



DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

USABILIDAD DE SUPERFICIES INTERACTIVAS EN AMBIENTES COLABORATIVOS

Selene Marisol Martínez Ramírez

Tesis para optar por el grado de Doctora en Diseño

Línea de investigación: Visualización de la Información

Dra. Rosa Elena Álvarez Martínez

Directora de tesis

Dr. Fernando Gamboa Rodríguez

Codirector de Tesis

Dr. José Iván Gustavo Garmendia Ramírez

Dra. Marcela Esperanza Buitrón de la Torre

Dr. Rodrigo Ramírez Ramírez

México D. F.

Junio de 2016

Dedicatorias

A Dios,
Por estar siempre a mí lado.

A mi esposo e hijo,
Por acompañarme en todo el proceso del doctorado.

A mis padres,
Que son mi guía y fuente de inspiración.

A mi hermana,
Por ser mi compañía y por estar a mi lado.

A mi mamita Raquel que en paz descansa,
Por ser mi ángel y un ejemplo de esfuerzo y dedicación, te extraño mucho.

A mi abuelita Irene,
Por darme una maravillosa Mamá.

A mis abuelitos que están el cielo,
Por darme todo su amor.

Agradecimientos

A Dios,

Por guiar mi camino, iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a muchas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo del doctorado.

A la Universidad Autónoma Metropolitana,

Por brindarme sus conocimientos y darme la oportunidad de conocer gente importante en mi vida.

A mi esposo,

Por su paciencia, amor y apoyarme siempre en mis locuras.

A mi hijo,

Por impulsarme a terminar mi tesis, por su gran paciencia y sus porras.

A mis padres,

Por todo su amor, confianza y apoyo incondicional.

A mi hermana,

Por sus cuidados y apapachos, te quiero.

A mis tíos,

Por sus consejos y amor.

A mis primos,

Por compartir sus experiencias, los quiero.

Agradezco a mi directora de Tesis Dra. Rosa Elena Álvarez Martínez,

Por su apoyo, ánimo, por escucharme y aconsejarme siempre.

Agradezco a mi co-director de Tesis Dr. Fernando Gamboa Rodríguez,

Por su dedicación, paciencia, consejos y aportaciones para enriquecer este trabajo.

Agradezco a mis sinodales,

Dr. Iván Garmendia Ramírez, Dra. Marcela Buitrón de la Torre y Dr. Rodrigo Ramírez Ramírez, por su tiempo, gran apoyo y comentarios para la realización de esta tesis.

Índice General

Resumen

Introducción

Capítulo 1: Metodología de la investigación	16
1.1 Situación problemática.....	17
1.2 Objetivo General	18
1.3 Hipótesis General	19
1.4 Justificación del proyecto	19
1.5 Etapas del diseño de la investigación	21
1.6 Aportaciones al Diseño	21
Capítulo 2: Usabilidad	23
2.1 Definición de Usabilidad	23
2.1.1 Marco de trabajo de la usabilidad	25
2.2 Diseño centrado en el usuario	27
2.2.1 Usuario.....	28
2.2.1.1 Técnica de personas.....	30
2.2.2 Análisis de la Tarea.....	30
2.2.3 Contexto.....	32
2.3 Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad.....	32
2.4 La evaluación de la usabilidad	34
2.4.1 Evaluación sin usuarios	34
2.4.2 Evaluaciones con usuarios	39
2.5 Criterios para evaluación de interfaces.....	40
2.5.1 Criterios ergonómicos Scapin y Bastien, (1997)	42

2.5.1.1 Limitaciones de los criterios ergonómicos de Scapin y Bastien	50
2.5.2 Criterios ergonómicos para ambientes virtuales (Bach, 2004)	52
2.5.2.1 Limitaciones de los criterios ergonómicos en ambientes virtuales (Bach, 2004).....	54
Capítulo 3: Trabajo Colaborativo	58
3.1 Definiciones de Trabajo Colaborativo	58
3.2 Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo	59
3.3 Diferencias entre trabajo colaborativo y trabajo en grupo	59
3.4 CSCW	61
3.5 Espacios colaborativos interactivos	62
3.5.1 Tipos de espacios colaborativos	62
3.5.2 Características de los espacios colaborativos	63
Capítulo 4: Superficies interactivas	66
4.1 Definición de superficies interactivas	66
4.2 Características de las superficies interactivas	68
4.3 Tecnologías utilizadas en las superficies interactivas	71
4.3.1 Herramienta TUIO	73
4.4 Protocolo TUIO	74
4.4.1 Frameworks TUIO	74
Capítulo 5: Caso de estudio	77
5.1. Caso de estudio	77
5.2 Aplicación colaborativa “Laboratorio Musical”	79
5.3. Problemas ligados al diseño de la superficie interactiva	82
5.4. Actividades en la SI “Laboratorio Musical”	84

5.5 Diseño de la prueba.....	87
5.5.1 Prueba con usuarios	87
5.5.2 Prueba con expertos	88
5.6 Resultados de pruebas	88
5.6.1 Resultados de pruebas con usuarios	88
5.6.2 Resultados de pruebas con expertos.....	98
5.5 Problemas identificados de manera general	101
Capítulo 6: Selección de criterios	104
6.1 Problemas relacionados con el diseño de la SI	104
6.1.1 Descalibración de la proyección	104
6.1.2 Descalibración del sistema de sensado	105
6.1.3 Brillo de la pantalla.....	106
6.1.4 Problema 1 con el prototipo A.....	106
6.1.5 Problema 2 con el prototipo A.....	107
6.1.6 Problema 3 con el prototipo A.....	107
6.1.7 Problema 4 con el prototipo A.....	108
6.1.8 Problema 5 con el prototipo A.....	108
Capítulo 7: Resultados	111
7.1 Diseño de la prueba.....	111
7.1.1 Prueba con usuarios	111
7.1.2 Pruebas con expertos	112
7.2 Interfaces del prototipo B de la aplicación “Laboratorio Musical”	112
7.3 Resultados de pruebas	115
7.3.1 Resultados de pruebas con usuarios	115

7.3.2 Resultados de pruebas con expertos.....	123
7.4 Descripción de la actividad colaborativa	126
7.4.1 Actividad colaborativa grupo 1	127
7.4.2 Actividad colaborativa grupo 2	128
7.4.3 Actividad colaborativa grupo 3	130
7.4.4 actividad colaborativa grupo 4	131
7.5 Resultados obtenidos en las pruebas con usuarios del prototipo B.....	132
Capítulo 8. Conclusiones y discusión	135
8.1 Recomendaciones	139
8.2 Trabajos futuros	141
Fuentes de consulta	143
ANEXOS	142
Anexo 1. Especificaciones y/o restricciones del caso de estudio.....	152
Anexo 2. Instrumentos utilizados en las pruebas con usuarios y expertos	154
Anexo 3. Consentimiento informado	157
Glosario	158

Índice de figuras

Fig. 2.1. Marco de trabajo de la Usabilidad	26
Fig. 2.2. Desarrollo del diseño centrado en el usuario	28
Fig. 2.3. Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad	34
Figura 4.1. Mesa interactiva SUR40	67
Figura 4.2. Piso interactivo SUR40	68
Figura 4.3. Multitouch Cell MT550W7	69
Figura 4.4. Apple pencil	69
Figura 4.5. Superficie cara a cara	70
Figura 4.6. Dispositivo en superficie	70
Figura 4.7. Objeto en superficie	71
Figura 5.1. Mesa circular, con proyector y láser	83
Figura 5.2. Sesión de pruebas en un ambiente iluminado	83
Figura 5.3. Manipulación de los objetos regla dentro de la superficie circular	84
Figura 5.4. Vista superior con la asignación de lugares	85
Figura 5.5. Asignación de lugares y ubicación de la superficie interactiva	85
Figura 5.6. Interfaz de bienvenida e inicio de la aplicación. Prototipo A	85
Figura 5.7. Interfaz de selección de género, prototipo A	86
Figura 5.8. Interfaz de pruebas, prototipo A	86
Figura 7.1. Interfaz de pruebas, prototipo B	111
Figura 7.2. Interfaz de bienvenida e inicio de la aplicación. Prototipo A	112
Figura 7.3. Interfaz de selección de género, prototipo B	112
Figura 7.4. Interfaz de selección de sonido	113
Figura 7.5. Interfaz de pruebas, prototipo B	126
Figura 7.6. Foto de del grupo 1 en las pruebas de usabilidad	126
Figura 7.7. Foto de del grupo 2 en las pruebas de usabilidad	128
Figura 7.8. Foto de del grupo 3 en las pruebas de usabilidad	129
Figura 7.9. Foto de del grupo 4 en las pruebas de usabilidad	130

Índice de tablas

Tabla 1. Áreas de géneros musicales, prototipo A	89
Tabla 2. Botón de iniciar sesión, prototipo A	89
Tabla 3. Áreas de elección de género musical, prototipo A	90
Tabla 4. Elección del género Pop, prototipo A	91
Tabla 5. Elección del género Rock, prototipo A	91
Tabla 6. Áreas elección de guitarras, prototipo A	92
Tabla 7. Áreas elección de consola, prototipo A	92
Tabla 8. Uso de la guitarra, prototipo A	93
Tabla 9. Uso de la consola, prototipo A	93
Tabla 10. Uso de los botones de las guitarras, prototipo A	94

Tabla 11. Uso de los botones de la consola, prototipo A	95
Tabla 12. Elección de guitarra, prototipo A	96
Tabla 13. Concentración de los usuarios en la guitarra, prototipo A	97
Tabla 14. Concentración de los usuarios en la consola, prototipo A	97
Tabla 15. Identificación visual de intervención de las guitarras, prototipo A	98
Tabla 16. Resultados a la pregunta 1, prototipo A	99
Tabla 17. Resultados a la pregunta 2, prototipo A	99
Tabla 18. Resultados a la pregunta 3, prototipo A	100
Tabla 19. Resultados a la pregunta 4, prototipo A	100
Tabla 20. Resultados a la pregunta 5, prototipo A	101
Tabla 21. Resultados a la pregunta 6, prototipo A	101
Tabla 22. Áreas de géneros musicales, prototipo B	114
Tabla 23. Iniciar sesión, prototipo B	115
Tabla 24. Áreas de géneros musicales, prototipo B	115
Tabla 25. Elección del género Pop, prototipo B	116
Tabla 26. Elección del género Rock, prototipo B	116
Tabla 27. Áreas elección de guitarras, prototipo B	117
Tabla 28. Áreas elección de consola, prototipo B	117
Tabla 29. Uso de la guitarra y consola, prototipo B	118
Tabla 30. Uso de los botones de las guitarras, prototipo B	119
Tabla 31. Uso de los botones de la consola, prototipo B	119
Tabla 32. Elección de guitarra, prototipo B	120
Tabla 33. Concentración de los usuarios en la guitarra y consola, prototipo B	121
Tabla 34. Identificación visual de intervención de las guitarras, prototipo B	122
Tabla 35. Resultados a la pregunta 1, prototipo B	122
Tabla 36. Resultados a la pregunta 2, prototipo B	123
Tabla 37. Resultados a la pregunta 3, prototipo B	123
Tabla 38. Resultados a la pregunta 4, prototipo B	124
Tabla 39. Resultados a la pregunta 5, prototipo B	124
Tabla 40. Resultados a la pregunta 6, prototipo B	125

Índice de cuadros

Cuadro 1. Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo	59
Cuadro 2. Diferencias entre trabajo en grupo y trabajo colaborativo	60
Cuadro 3. Características diferenciadoras del trabajo colaborativo y el trabajo cooperativo	60
Cuadro 4. Problemas generales identificados en la SI	102
Cuadro 5. Resultado de problemas del prototipo A después de aplicar los criterios seleccionados en el capítulo 6	132

Resumen

Dentro del campo de la interacción humano-máquina existen diversos criterios y especificaciones para desarrollar interfaces usables que son utilizadas por una persona. Tomando como base los criterios de Scapin, D. y Bastien, J. (1997) esta investigación busca analizar y sustentar como estos criterios cambian en el escenario de que la interfaz se use en un ambiente colaborativo. Como resultado del trabajo se proponen modificaciones a cuatro de los criterios establecidos en superficies interactivas, para ser adecuados a su uso en ambientes colaborativos, de modo que aporten evidencia empírica sobre sus consecuencias a nivel cognitivo, semántico o perceptual.

En la actualidad, la forma de trabajo en equipo se encuentra inmersa en un proceso de cambios, enmarcados en el conjunto de transformaciones sociales respaldadas por la innovación tecnológica y, sobre todo, por el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). La presente investigación se desarrolla en el marco de las superficies interactivas, donde la calidad de sus contenidos es, o debiera ser, un motivo constante de preocupación establecida por los cambios en las relaciones sociales y por una nueva concepción de las relaciones tecnología-sociedad que determinan nuevos escenarios de trabajo. Si bien es cierto que las Nuevas Tecnologías pueden favorecer la productividad, estas son solamente un instrumento que presenta contenidos para alcanzar un fin.

Introducción

La intención de dedicar más tiempo al diseño cuidadoso de la interfaz de cualquier superficie interactiva es lograr que su uso resulte una tarea más sencilla, menos complicada y menos frustrante para los usuarios.

El diseño de interfaces de superficies interactivas en ambientes colaborativos, establece la necesidad de comprender la relación de los criterios ergonómicos con el diseño de las interfaces de usuario, situación que proporciona una serie de características.

El problema que este trabajo de investigación plantea, tiene como objetivo “Proponer criterios de interacción para el diseño de interfaces en superficies interactivas bajo ambientes colaborativos” a partir de los ya existentes.

Las hipótesis de investigación que se desarrollan surgen de las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué criterios permanecen validos en el desarrollo de interfaces bajo una interacción unitaria, vs. aquellas diseñadas para trabajar en ambientes colaborativos?
- ¿Qué nuevos criterios se deben considerar para el desarrollo de superficies interactivas que van a ser utilizadas en ambientes colaborativos?
- ¿Es necesario realizar modificaciones a los criterios ergonómicos existentes al aplicarlos en superficies interactivas bajo ambientes colaborativos?

Sus objetivos específicos quedan establecidos a partir de:

- Detectar aquellos aspectos propios al trabajo colaborativo efectuado en interfaces multiusuario que, como resultado de su carácter disruptivo, requieran de nuevos criterios o de adaptar los existentes, de modo que permitan evaluar de manera eficiente la usabilidad en este tipo de sistemas.
- Analizar los diferentes criterios, normas y lineamientos existentes, para determinar los más adecuados al caso de los sistemas multiusuario de apoyo al trabajo colaborativo a través de superficies interactivas.

Motivación para elaborar esta investigación

El interés de trabajar en esta investigación inicia a partir de un beneficio personal que tuve hace más de 10 años, cuando inicié trabajos en el área de la Interacción Humano-Computadora gracias al Dr. Fernando Gamboa Rodríguez, profesor en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Durante el tiempo transcurrido he podido ver cómo han evolucionado las formas de interacción, formatos y tipos de interfaces, me percaté de la ***falta de guías o criterios que apoyen el Diseño de interfaces que permitan involucrar a varios usuarios en una misma interfaz.***

Por ello, ante la necesidad de trabajar con un proyecto de investigación a nivel doctoral, opté por **generar una contribución de tipo académico que permita establecer criterios de interacción que sirvan como base para desarrollar superficies interactivas usables en ambientes colaborativos.**

Procedimiento

El procedimiento para desarrollar el proyecto abarca nueve pasos:

1. Se revisaron diversas formas para evaluar interfaces
2. Se presentaron características del trabajo colaborativo a diferencia del trabajo individual y cooperativo y las características de un espacio colaborativo
3. Se expusieron características y tipos de Superficies interactivas
4. Se hicieron pruebas con usuarios y expertos al prototipo A de la (SI) "Laboratorio Musical" para conocer algunos problemas que se dan en un ambiente colaborativo
5. Se analizaron los resultados obtenidos en el prototipo A
6. Se seleccionaron criterios de Scapin, D.; Bastien, J. (1997) de acuerdo a las características de los espacios colaborativos y los problemas que resultaron de las pruebas con usuarios al prototipo A
7. Con los criterios seleccionados se elaboró un prototipo B de la SI "Laboratorio Musical" para conocer algunos problemas que se dan en un ambiente colaborativo
8. Se hicieron pruebas con usuarios y expertos al prototipo B 5. Se realizaron pruebas de usabilidad con expertos y usuarios
9. Se analizaron los resultados obtenidos en el prototipo B

Desarrollo del documento

Para cumplir con los objetivos de esta investigación se generaron ocho capítulos, iniciando con un **marco metodológico** que permita la comprensión del problema; se trabajan tres capítulos sobre la **fundamentación teórica** del, para posteriormente presentar el caso de estudio, la selección de criterios cerrando con el **análisis de resultados** a partir de una validación empírica. En el último capítulo se dan las conclusiones. A continuación se da una breve descripción del contenido de cada capítulo.

Capítulo 1.- “**Metodología de Investigación**”, este capítulo se deja establecido el objetivo general y los objetivos específicos. Asimismo se constituye la hipótesis general y las específicas. También se menciona el tipo de investigación, se presenta la situación problemática, la aportación al diseño, las etapas de diseño de la investigación y la justificación del proyecto.

Capítulo 2.- “**Usabilidad**”, este capítulo describe el concepto de usabilidad, su marco de trabajo, el diseño centrado en el usuario, la técnica de personas y el proceso de ingeniería de la usabilidad. Así como también se presentan tipos de evaluaciones de usabilidad, son usuarios y sin usuarios.

Capítulo 3.- “**Trabajo colaborativo**”, se describe lo que es el trabajo colaborativo y se explica lo que es un trabajo cooperativo apoyado por computadoras. Además se muestran las diferencias que existen con respecto a un trabajo individual o a un trabajo cooperativo. Asimismo se presentan las características de un espacio colaborativo. El trabajo colaborativo juega un papel importante en esta investigación ya que es la forma en la que se interactúa son la superficie interactiva diseñada y es un punto crucial para los criterios que se proponen en este proceso.

Capítulo 4.- “**Superficies interactivas**” En este capítulo ha quedado establecido el análisis de los tipos y usos de las superficies interactivas. Asimismo el estudio permitió determinar también las características específicas de la superficie interactiva a utilizar en esta investigación.

Capítulo 5.- “**Caso de estudio**” Este capítulo está destinado a presentar la definición y el desarrollo de la propuesta de diseño, mismo que se ha basado en el caso de estudio “Laboratorio Musical”, en el museo “La Rodadora” Cd. Juárez Chihuahua. Quedan establecidos los problemas que se presentaron en las pruebas de usuarios y expertos a los que se sometió el prototipo A de la SI.

Capítulo 6.- “**Selección de criterios**” En este capítulo se hace la selección de criterios con base en las características de los espacios colaborativos y de acuerdo a los problemas identificados en el capítulo 5. Los criterios seleccionados se tomaron en

cuenta para desarrollar el prototipo B de la SI “Laboratorio musical”, para someterla nuevamente a pruebas con usuarios y expertos; y así probar la validez y pertinencia de los mismo.

Capítulo 7.- “**Resultados**” se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad realizadas con expertos y usuarios al prototipo B, identificando tendencias en los resultados que determinan la pertinencia de los criterios propuestos en la presente investigación.

Capítulo 8.- “**Conclusiones**” se centran principalmente en los resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad, analizando los objetivos con base en lo criterios seleccionado. Así mismo, se infiere la posibilidad de que otros estudios profundicen sobre este y otros temas relacionados con las superficies interactivas.

Las **Fuentes de consulta** muestran los títulos empleados en la investigación para fines de consulta.

Los **Anexos** que se insertan al final del documento presentan la siguiente información: El Anexo 1 presenta las especificaciones y/o restricciones del caso de estudio, el Anexo 2 contiene los Instrumentos utilizados en las pruebas con usuarios y expertos y finalmente en el Anexo 3 muestra el permiso que se le dio a firmar a los padres para que sus hijos pudieran realizar las pruebas.

Como toda propuesta académica, esta investigación está sujeta a la crítica y los comentarios que llevarán tanto al autor como a los involucrados directamente a generar mejores interfaces de superficies interactivas en ambientes colaborativos.

CAPITULO 1: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

“Es de importancia para quien desee alcanzar una certeza en su investigación, el saber dudar a tiempo” (Aristóteles, 384 AC-322 AC.)

Capítulo 1: Metodología de la investigación

En este capítulo se presenta la metodología que se siguió durante la presente investigación. Se justifica la forma de trabajo y se definen los métodos y procedimientos de análisis. Asimismo, se establece, a través del objetivo y la solución problemática la propuesta del proyecto.

De acuerdo con García Córdoba (2007), la presente investigación se puede enmarcar dentro del tipo **tecnológica**, en donde, de acuerdo, con el autor

“se establece el proceso mediante el cual el hombre investiga y pone en juego su actitud inquisitiva y su creatividad para conjuntar el conocimiento científico, tecnológico, técnico y empírico que ayuden a generar una solución”

Para el caso de esta investigación, dicho proceso se centra en **el análisis de los criterios existentes para la evaluación de sistemas interactivos, y su uso en el contexto de sistemas multiusuario, paradigma de reciente surgimiento instrumentado gracias a la aparición masiva de las superficies interactivas. Se busca así verificar la completud, pertinencia y vigencia de dichos criterios para eventualmente, proponer extensiones o modificaciones a los mismos.** Por otra parte, de acuerdo con Hernández Sampieri (2006) la investigación también puede ser considerada como de tipo descriptivo y exploratorio¹, pues

“busca especificar las propiedades importantes de los individuos en estudio, trabajados como grupos o comunidades sometidos a análisis”.

Este análisis nos permitirá detectar que aspectos son propios del trabajo colaborativo y de esta manera elegir qué criterios o lineamientos, son útiles en el contexto del trabajo colaborativo mediado por superficies interactivas. El objeto de estudio queda planteado a partir de los objetivos.

1.1 Situación problemática

Bach, C. & Scapin, D.L. (2003) establecen, cada nueva tecnología que surge, al tiempo que ofrece nuevas posibilidades de interacción, también encierra nuevas problemáticas que es necesario estudiar.

En este trabajo creemos que es el caso de la tecnología multitoque, ya que a la vez que ofrece maneras nuevas para interactuar con los sistemas informáticos, genera situaciones de uso inéditas, que es necesario investigar.

En particular, este trabajo se centra en la problemática de los sistemas multiusuario basados en superficies interactivas. Esto es, una superficie interactiva es un sistema que permite a una computadora procesar múltiples puntos de contacto y generar una respuesta coherente a todos ellos. Este tipo de superficies se ha hecho presente en un gran número de sistemas informáticos, con una variedad importante de tamaños y formatos: desde pequeñas (dispositivos móviles), medianas (pantallas de computadora), hasta grandes y muy grandes (televisiones, mesas, paredes, pisos, etc.)

Es justo en el formato de grandes o muy grandes interfaces multitoque donde surge un modo de uso de los sistemas informáticos contrapuesto a lo hecho y estudiado con anterioridad: la posibilidad de que varios usuarios utilicen y controlen, al unísono, una misma interfaz de usuario. No se trata de que varios usuarios colaboren en un documento común, cada uno desde su computadora, sino de que utilicen la misma computadora, a través de una interfaz multiusuario especialmente concebida para ello.

En efecto, el diseño y evaluación de una interfaz de usuario está basado en la lectura (arriba/abajo, izquierda/derecha) e interacción que un usuario hará en ella (una acción, una reacción, lo más clara y previsible posible). Sin embargo, en una superficie multiusuario esto cambia, ya que la posición en que los usuarios se coloquen alrededor de la interfaz puede variar, complicando la organización y visualización de la información, o la creación de “zonas semánticas” dentro de la interfaz (navegación, zona de trabajo, barra de estado, etc.) Todo ello genera nuevos retos para poder definir como desplegar y organizar la información para que los usuarios puedan interactuar con la interfaz.

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué diferencias hay entre la tarea de un usuario y una desarrollada por múltiples personas? ¿Qué implicaciones tiene esto para el diseño de la interfaz y su usabilidad?

- ¿Cómo interactúan varios usuarios en una misma interfaz?
- ¿Cómo se resuelven los conflictos en un ambiente multiusuario?
- ¿Cómo se recupera de un error un grupo de usuarios y cómo se diferencia esto de las estrategias que sigue un usuario en trabajo individual?
- ¿Qué diferencias presenta una interfaz táctil capaz de procesar múltiples puntos de toque, respecto de una basada en el en ratón (*point and clic*)?
- ¿Cuáles de los criterios para la evaluación de la interacción se pueden aplicar de la misma manera en el desarrollo de interfaces monousuario y en ambientes multiusuario?
- ¿Es necesario realizar modificaciones a los criterios ergonómicos de interacción al aplicarlos en superficies interactivas bajo ambientes colaborativos?
- ¿Qué criterios se deben generar para el desarrollo de superficies interactivas que van a ser utilizadas en ambientes multiusuario?

1.2 Objetivo General

Analizar la validez, pertinencia y vigencia de los criterios existentes planteados por Scapin y Bastien (1997) para la evaluación de sistemas interactivos, en el contexto de los sistemas multiusuario instrumentados a través de superficies interactivas, mediante la propuesta de un experimento comparativo simple de la SI Laboratorio musical.

Objetivos Específicos

- Identificar aquellos aspectos propios al trabajo colaborativo efectuado en interfaces multiusuario que, como resultado de su carácter disruptivo, requieran de nuevos criterios o de adaptar los existentes, de modo que permitan evaluar de manera eficiente la usabilidad en este tipo de sistemas.
- Analizar los diferentes criterios, normas y lineamientos existentes, para en su caso, determinar los más adecuados al caso de los sistemas multiusuario de apoyo al trabajo colaborativo a través de superficies interactivas.

1.3 Hipótesis General

Los criterios ergonómicos actuales, propuestos para evaluar la interacción de una persona con un sistema informático, son insuficientes para evaluar la interacción de un grupo de personas con una computadora, como es el caso de los sistemas multiusuario basados en superficies interactivas.

Hipótesis Específicas

- El análisis de grupos de usuarios en situación de trabajo permitirá detectar las nuevas tareas o actividades que no son contempladas, o suficientemente consideradas, en los lineamientos y criterios actuales.
- Algunos aspectos básicos de las interfaces de usuario (como el de la jerarquía y organización visual de la interfaz) o contar con un control del sistema distribuido entre todos los participantes, implica modos de funcionamiento radicalmente diferentes en las interfaces multiusuario, por lo que será necesario generar nuevos criterios que faciliten la evaluación y diseño de superficies interactivas bajo un ambiente colaborativo

1.4 Justificación del proyecto

La tecnología multitoque es cada vez más utilizada y forma parte de la vida cotidiana de muchas personas. Por ejemplo, desde el 2004 Microsoft ha presentado sus pantallas multitoque y multiusuario, las cuáles fueron aceptadas con gran ímpetu y se empezaron a utilizar en diferentes ámbitos, siendo la educación uno de los principales terrenos.

En enero de 2012 la Senseg, empresa desarrolladora de la tecnología háptica de última generación, anunció el primer producto que convierte las pantallas táctiles en pantallas sensoriales² Lambert, R. (2012-2013). El cambio se realiza utilizando campos de fuerza generados eléctricamente, la tecnología Tixel patentada de Senseg simula la sensación de texturas físicas, bordes y contornos en las pantallas táctiles.

“Una pantalla sensorial ofrece al usuario la textura del algodón o la seda mientras observa las prendas de ropa online; del basalto o de rocas obsidianas mientras

² Pantalla sensorial: ofrece al usuario la textura del algodón o la seda mientras mira prendas de ropa en línea; de rocas obsidianas mientras consulta información sobre volcanes; o de cuero y terciopelo al comprar un sillón.

consulta información sobre volcanes; o del cuero y el terciopelo al comprar un sofá por Internet. El tacto también puede guiar a las personas en el manejo de un dispositivo, o disfrutar de una experiencia multimodal que incorpore gráficos, sonido y tacto” Lambert, R. (2012-2013).

Neodode (2015), desarrolló el Airbar, accesorio que al colocarlo en la parte inferior del equipo portátil, permite rastrear los movimientos de nuestras manos sobre la pantalla, lo cual es fantástico ya que con esto la pantalla de cualquier portátil se convierte en táctil.

Intel (2016), tiene el proyecto RealSense, en el que se ofrecen varias formas de interacción con los dispositivos de cómputo, por ejemplo: permite seguimiento de dedos y mano, reconocimiento de la voz y del rostro, lo que ahora ha llamado Intel como “interfaces naturales para el usuario” y actualmente google está trabajando con Intel para incluir RealSense en Android a través de Project tango³.

Actualmente Samsung (2016), ofrece su pantalla DM82E-BR, la cual permite que máximo 10 personas trabajen simultáneamente identificándolos de modo personalizado para que sean reconocibles en el grupo, además también desarrolla una pantalla interactiva SMART MagicIWB S2 para trabajo colaborativo, la cual permite a los usuarios utilizar varias pantallas simultáneamente.

Ante la evidencia de cómo esta tecnología, de uso intuitivo y natural crece día con día, se puede sustentar la importancia de esta investigación, necesaria para entender con mayor precisión lo que pasa de frente a una pantalla interactiva multitoque. En el contexto local, esta investigación resulta de importancia debido a que en México se están utilizando superficies interactivas en programas de televisión, videojuegos, educación, etc. sin que exista suficiente información acerca del tema.

Aunado a lo anterior es importante mencionar que uno de los objetivos del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM es generar tecnología que, al mediar, promueva el trabajo grupal y colaborativo. Es exactamente en este tipo de tecnología en donde la presente investigación se enfoca, con la intención de generar criterios que ayuden a diseñar las interfaces de superficies interactivas en ambientes colaborativos.

³Project Tango: Es una plataforma de tecnología de Google que permite que los dispositivos móviles, como los teléfonos inteligentes y tabletas, detecten su posición en relación con el mundo que los rodea sin necesidad de GPS o señales externas.

1.5 Etapas del diseño de la investigación

- Investigación documental y de campo
- Desarrollo del marco teórico de la investigación
- Definición del problema
- Análisis de los criterios
- Generación de un instrumento para verificar los criterios propuestos
- Desarrollo de una propuesta de nuevos criterios
- Probar los criterios seleccionados en una interfaz de superficie interactiva en un ambiente colaborativo.
- Aplicación del instrumento, análisis, validación e interpretación de resultados

1.6 Aportaciones al Diseño

Ante la falta de guías o criterios que apoyen al Diseño de interfaces multiusuario, esta investigación busca elaborar una propuesta que permita contar con herramientas adecuadas al nuevo paradigma de interacción que dichos sistemas representan.

Sumario

En este capítulo se presentó la metodología de la investigación, en la que se describen los objetivos, las hipótesis, el planteamiento del problema y la justificación.

A continuación se presenta el Marco Teórico de la investigación desarrollado en los próximos tres capítulos: Usabilidad, Trabajo Colaborativo y Superficies Interactivas.

CAPITULO 2: USABILIDAD

“Debemos construir interfaces que reduzcan el esfuerzo del usuario”
(Francisco García Peñalver, 2009)

Capítulo 2: Usabilidad

2.1 Definición de Usabilidad

La usabilidad es, en términos generales, la característica que en cualquier desarrollo tecnológico expresa el grado con que el usuario puede hacer un uso eficiente, seguro y agradable del mismo.

Si bien hay un consenso general sobre su significado, es necesario admitir que el término ha tenido diversas interpretaciones a lo largo de los últimos 35 años. En efecto, Bennet, J. (1979) lo utilizaba para describir la eficiencia de una aplicación de software a través de la actividad humana. Por su parte, Maddix, F. (1990) incluía en su definición otros elementos, como la evaluación de la interfaz de usuario, el diseño de la interacción (el diálogo con la aplicación), la calidad de la documentación y hasta la ayuda proporcionada al usuario. Un poco después Shackel, B. (1991) hace un aporte desde la psicología cognitiva y la define como *“la capacidad de las aplicaciones de software de ser utilizadas por los humanos con facilidad y eficacia”*.

Hacia finales de los noventa Faulkner, C. (1998) interpreta la usabilidad desde la ingeniería de software, estableciendo que su rol era el de evaluar si el funcionamiento de las aplicaciones de software se ajustaban a la finalidad del diseño, y Nielsen, J. (1999) establece una de las definiciones más ampliamente aceptadas: “un atributo de calidad que evalúa qué tan fácil es el uso de las interfaces de usuario, o bien los métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño”.

Por su parte, en su trabajo Norman, D. (1998) establece con contundencia la importancia de las interfaces de usuario usables:

“Los sistemas que sean usables, seguros y funcionales acercarán mutuamente al usuario y a la computadora y, por lo tanto, harán que el espacio entre la tecnología y las personas disminuya. Eventualmente podremos conseguir que este espacio esté vacío y llegar al caso ideal en que la computadora sea invisible”.

Ya en la década de los 2000, con un uso del término más expandido, se dan nuevos elementos desde otras disciplinas. Por ejemplo, Cañada, J. (2005) propone desde el Diseño y la Comunicación que “la usabilidad no es algo nuevo, es una cualidad del buen diseño de toda la vida”.

En el documento “Usability 101: Introduction to Usability”, Nielsen, J. (2012) propone 5 componentes de calidad que definen la usabilidad.

Facilidad de aprendizaje: ¿Qué tan fácil es para los usuarios realizar tareas básicas la primera vez que usan el diseño?

Eficiencia: Una vez que los usuarios han aprendido a usar el sistema, ¿qué tan eficiente pueden realizar las tareas?

Perdurabilidad en la memoria: Cuando los usuarios vuelven al diseño después de un período en el que no lo han usado, ¿qué tan fácil lo usan?

Errores: ¿En cuántos errores incurre un usuario durante el desarrollo de su tarea?, ¿qué tan grave son estos errores? y ¿qué tan fácil pueden recuperarse de estos errores?

Satisfacción: ¿Cuán agradable es para el usuario utilizar la aplicación?

Por otro lado el **grado de usabilidad** de un sistema es una medida empírica y relativa de la usabilidad del mismo.

- **Empírica** porque no se basa en opiniones o sensaciones, sino en pruebas de usabilidad realizadas en laboratorio u observadas mediante trabajo de campo.
- **Relativa** porque el resultado no es ni bueno ni malo, sino que depende de las metas planteadas (*por lo menos el 80% de los usuarios de un determinado grupo o tipo definido deben poder instalar con éxito el producto X en N minutos sin más ayuda que la guía rápida*) o de una comparación con otros sistemas similares.

En 1998, en el marco de la Ingeniería de Software, se elaboró una norma internacional sobre la usabilidad: el ISO 9241-11. En ella se define a la usabilidad como:

“La medida con la que un producto se puede usar por usuarios determinados para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso concreto”.

Esta definición hace una precisión importante, al situar la usabilidad a un contexto y usuarios específicos, reconociendo que las interfaces se diseñan y prueban para un universo acotado de posibilidades. La misma norma sugiere tomar en cuenta un enfoque basado en procesos para evaluar la usabilidad, a través del diseño centrado en el usuario.

De acuerdo con esta norma, la usabilidad tiene atributos cuantificables de forma objetiva: la eficacia y la eficiencia; y uno cuantificable de forma subjetiva: la satisfacción. A continuación la definición de estos atributos:

Eficacia: exactitud con la que los usuarios alcanzan metas específicas. Por ejemplo, ¿Los usuarios pueden realizar lo que necesitan en forma precisa?

Eficiencia: Se refiere al esfuerzo y los recursos asignados a la realización de una tarea específica con relación al tiempo, cómo puede ser ¿Cuánto esfuerzo y tiempo requiere el usuario para alcanzar su objetivo?

Satisfacción: Es el grado de comodidad y aceptación con el que el usuario se siente satisfecho, al utilizar la aplicación para alcanzar objetivos específicos. La satisfacción es un atributo subjetivo y se realizan preguntas tales como ¿Cuál es la apreciación del usuario frente a la facilidad de uso del producto?

Por su completud y precisión, hemos decidido utilizar la definición de usabilidad propuesta por la ISO 9241-11 en este trabajo de investigación. A continuación se presenta el marco de trabajo de usabilidad definido en el estándar.

2.1.1 Marco de trabajo de la usabilidad

En la imagen 2.1 se muestra el marco de trabajo de la usabilidad. A la izquierda se encuentran los elementos relacionados con el desarrollo del producto:

el usuario: quién es, qué características tiene, qué preferencias y conocimientos previos, etc.

su tarea: cómo la hace, en qué contexto y qué necesita para hacerla.

el equipamiento disponible: qué infraestructura es necesaria para hacer la tarea.

el entorno: se refiere a las características y condiciones del lugar donde el usuario lleva a cabo su tarea, privado/público, iluminado/oscuro, silencioso/ruidoso, etc.

Todos estos elementos se enmarcan en el contexto de uso, haciendo referencia a que el Diseño Centrado en el Usuario se desarrolla para situaciones de uso concretas. El diseño Centrado en el Usuario se explica en el apartado 2.2 dentro de este capítulo.

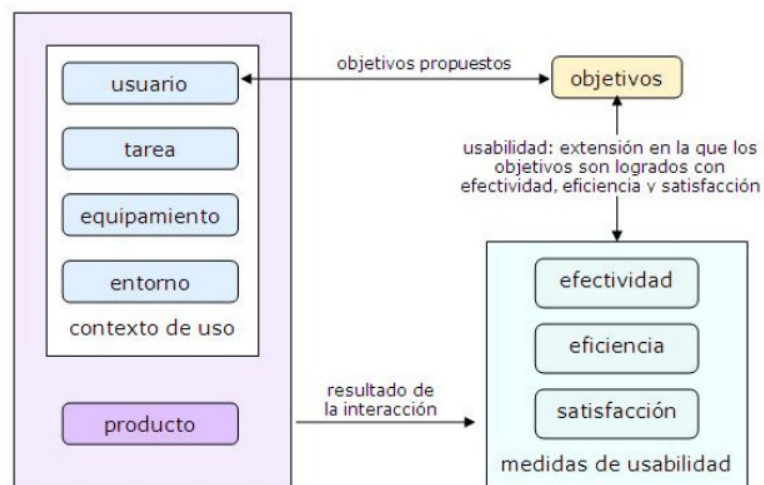


Figura 2.1. Marco de trabajo de la usabilidad. ISO 9241-11 (1998)

En la parte superior de la figura 2.1, un conector muestra que el usuario utiliza el producto para alcanzar un objetivo o una meta, como lo puede ser una inscripción a un curso, una descarga de un archivo o la compra de un boleto. Para establecer la calidad de dicha interacción se proponen tres medidas complementarias entre sí:

La **efectividad**, entendida como la exactitud con la que los usuarios alcanzan los objetivos específicos, la facilidad de aprendizaje, la ausencia de errores del sistema, el número de llamadas a soporte, los accesos a la ayuda, entre otros.

La **eficiencia**, se refiere a los recursos empleados: esfuerzo, tiempo, aprendizaje, etc. con relación a la exactitud con la que los usuarios alcanzan los objetivos planteados.

La **satisfacción del usuario**, es un factor subjetivo y tiene que ver con la calificación que provee el usuario sobre la facilidad de aprendizaje del producto, el tratamiento de errores y la frecuencia de reutilización del producto.

Con base en métricas de la usabilidad se puede entonces dar un reporte con el resultado de la interacción entre el usuario y el producto a evaluar.

2.2 Diseño centrado en el usuario

El enfoque del diseño centrado en el usuario estudia cómo se comporta el usuario ante una interfaz, y la forma en que éste realiza las tareas que se le solicitan en un contexto de uso específico. Lo ideal para el diseño de la interfaz y el desarrollo de un sistema en general es contar con la participación del usuario para el que se desarrollará el sistema, desde la etapa de análisis del desarrollo y no dejar su participación hasta la etapa de evaluación, de esta manera se detectan problemas y necesidades desde una etapa inicial y se ahorran costos.

Por ejemplo, la compañía más grande del mundo especializada en el diseño de la experiencia del usuario *Human Factors International* conocida como HFI, en el 2000 propone dos etapas principales, a las que identifica como Definición del sistema y Diseño detallado e implementación, respectivamente (ver la figura 2.2).

En la fase 1 se hace la definición del sistema, se estudia al usuario, es decir se conocen sus características, preferencias, experiencia, cultura, sexo, etc., con esta información se hace la propuesta de diseño con la que se estructura un prototipo de interfaz de usuario, al mismo tiempo que se estudia el ambiente tecnológico para seleccionar las tecnologías más adecuadas para integrar los sistemas que apoyan a la interfaz del software.

En la fase 2 se hace el diseño detallado y la implementación del sistema, es aquí en donde se toman en cuenta los estándares para el diseño detallado de la interfaz con base en la estructura de interfaz generada en la fase 1, esto es representado por 2 flechas en la imagen, después se implementa el sistema completo con el marco tecnológico que se obtuvo del estudio de las tecnologías en la fase 1, lo cual es representado en la imagen con un conector.

Es importante mencionar que se realizan pruebas de usabilidad durante toda la fase 2 como lo muestra el círculo con las flechas alrededor del círculo en la imagen, esto deja

ver que las pruebas no se realizan hasta el final o cuando se tiene la implementación completa, con la intención de detectar errores en una etapa temprana de desarrollo de software.

Finalmente, en la fase 2 una vez que el sistema cumple con el control de calidad se procede a la liberación del software y se da por terminado el desarrollo.

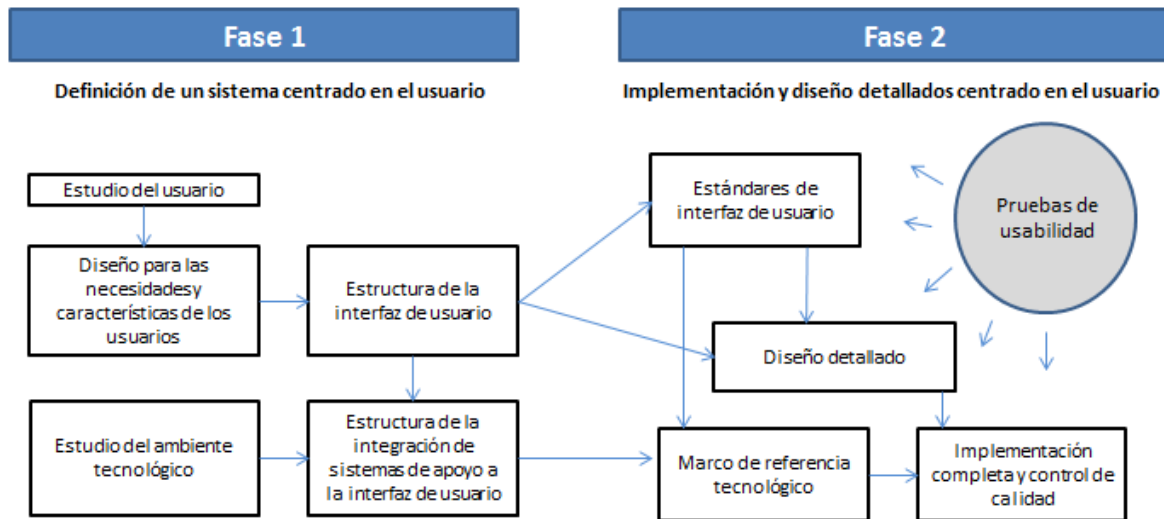


Fig. 2.2. Desarrollo del diseño centrado en el usuario. Traducción de la imagen tomada de Human Factors International (2000).

A continuación se explican a detalle los elementos que integran al Diseño Centrado en el Usuario: Usuario, Tarea y Contexto. Empezaremos por definir lo que se refiere al Usuario

2.2.1 Usuario

Entre las características particulares de los usuarios que se deben de tomar en cuenta están: (Martínez, 2002)

- *Diferencias Personales.* Se refiere a las diferencias de sexo, edad, lenguaje, gustos, colores, entre otros. Por ejemplo, la diferencia que existe entre hombres y mujeres, se manifiesta en las preferencias de estilos, juegos, atracciones, criterios

- *Capacidades Físicas.* Este se refiere a las capacidades que tiene cada individuo, ya que cada uno de ellos necesita de elementos diferentes para poder realizar una misma tarea. Por ejemplo, un individuo que no ve bien, requiere de un tamaño de letras más grande y de sonidos que le ayuden a comprender la información que se presenta.
- *Habilidades preceptúales y cognitivas.* Cada ser humano percibe las cosas, formas, colores y tamaños de forma diferente. Un ejemplo de cambios en la percepción humana es el debido a la conformación de los bastoncillos y conos de la retina humana: el azul es el color para el que el ojo tiene una menor sensibilidad. En efecto, en una población occidental existe un porcentaje documentado de personas, dependiente del segmento de edad, con problemas de visión por miopía o hipermetropía.
- *Preferencias.* Se refiere a las preferencias particulares de un grupo de usuarios como son: tamaños, colores, figuras, estilos, imágenes, y herramientas. Por ejemplo, los niños prefieren que la información se muestre en forma de animaciones muy dinámicas y coloridas, en cambio, un profesionalista prefiere la información en texto para poder utilizarla como él prefiera.
- *Cultura.* Se refiere a las diferencias raciales, lingüísticas y étnicas. Por ejemplo, los sistemas realizados para los chinos y japoneses no deben ser escritos en el mismo idioma que para los franceses, ya que no sabrían cómo utilizar los sistemas ni tampoco que tipo de información contiene.
- *Experiencia en cómputo.* Cuánto sabe de computadoras, es decir, que tanto sabe de las computadoras, que sistemas operativos conoce, que software maneja y que dispositivos sabe utilizar como son: video, cámaras, teclado, ratón, entre otros.
- *Experiencia en su trabajo.* Cuánto sabe de su profesión (novato, experto) en otras palabras, saber si tiene una formación previa para realizar un tipo de trabajo en particular o se le dificulta realizarlo por algún motivo como pueden ser: que no esté satisfecho, que no le guste su trabajo, se le haga aburrido.

2.2.1.1 Técnica de personas

Aunado a lo anterior existe lo que se conoce como **Técnica de personas**, Cooper, A.; Reimann, R.; Cronin. D. (2007), mencionan que esta técnica permite al equipo de desarrollo comprender al usuario que utilizará el sistema, a través de una definición ficticia del usuario, a los cuales se les llama “personas”, tomando en cuenta a estas personas durante el proceso de diseño del sistema, esto implica que al no tomar en cuenta a usuarios reales, esta técnica requiere de menos presupuesto.

Está técnica consiste en crear uno o varios artefactos denominados personas y se describe lo más detallado posible, por ejemplo, su nombre, sexo, cultura, características, preferencias, limitaciones, objetivos, etc. Estas “personas” sirven para representar las características de un grupo de personas, de esta manera al ponerle nombre a la persona para la cual se diseñará el sistema, puede ocurrir que subconscientemente los desarrolladores sean más cuidadosos al momento de diseñar el sistema por que tienen en mente a una “persona”.

Esta técnica puede complementar la información obtenida en las historias de usuario, porque en las historias de usuario se narra la forma en cómo los usuarios realizan una tarea normalmente, pero se habla de usuarios, con la técnica de personas, los usuarios adquieren nombre y se tiene una descripción de sus características por lo que gracias a las historias de usuario y a la técnica de personas se obtiene una descripción más detallada tanto del usuario como de las tareas que realiza.

2.2.2 Análisis de la Tarea

El Análisis de la Tarea del usuario (AT) es el elemento que permite a un grupo de desarrollo conocer en el detalle fino la actividad del usuario. En términos generales permite responder cuatro preguntas: (Martínez, 2002)

- 1) ¿Qué hace el usuario?
- 2) ¿Cómo lo hace?
- 3) ¿Qué necesita para hacerlo?
- 4) ¿En qué momento lo necesita?

El Análisis de la Tarea puede ser desarrollado a partir de diversas actividades como las siguientes:

- **Historias de usuario**, que es información sobre como ha venido trabajando el usuario una tarea
- **Observar** al usuario en su ambiente natural de trabajo y analizar cómo realiza sus tareas;
- Solicitar que describa él mismo su actividad en **entrevistas dirigidas y no dirigidas**;
- Pedir que resuelva **casos de estudio concretos**; revisar, cuando existen, minutas o bitácoras, entre otros

Con frecuencia los usuarios no saben cómo expresar sus necesidades, uno de los motivos por los que el levantamiento de requerimientos en cualquier desarrollo de software es tan delicado y complicado. Sobre todo si se considera que es, en general, a partir de ese único insumo que se hacen decisiones vitales para el proyecto como costo y tiempo necesario.

El que el usuario no sepa cómo expresarse puede corresponder a que ellos no son analistas, ni se dedican al desarrollo de software y no tienen la obligación de saberlo. Por otro lado, los desarrolladores tampoco son los usuarios finales del sistema, y su sentido común sobre cómo se deben de realizar algunas tareas puede ser totalmente diferente a como lo concibe el usuario. Por tal motivo es de suma importancia realizar el análisis de la tarea, como punto de entendimiento entre las partes. Una vez que se detectan las necesidades del usuario, se puede hacer una lista y determinar que funciones o procesos debe de tener el sistema, así como su modo de funcionamiento.

El análisis de la tarea se desarrolla como parte del análisis de requisitos, antes de tomar decisiones de diseño, ya que su función principal es aportar ideas en cuanto a la estructura y funcionamiento del futuro sistema.

2.2.3 Contexto

Por contexto se entiende el mundo físico que nos rodea y los conocimientos que tiene una persona por el simple hecho de vivir en cierta comunidad; como por ejemplo los conocimientos adquiridos en la escuela o el trabajo. En el desarrollo de los sistemas es importante tomar en cuenta el entorno en que se mueve el usuario que va a utilizar dicho sistema, para de esta manera considerar los elementos necesarios para su buen funcionamiento. (Martínez, 2002)

Entre las características más importantes que deberán tomarse para el entorno en el cual el usuario va a utilizar el sistema son:

- tipo de dispositivo: puede ser una tableta, un celular, una computadora de escritorio, etc.
- ruido: se refiere a si el lugar en donde se desarrollará la actividad es un lugar sin ruido, con poco ruido o con mucho ruido.
- posición: se refiere a la posición en la que está el usuario al interactuar con algún dispositivo
- iluminación: hay que tomar en cuenta si es un lugar oscuro o luminoso
- espacio: se refiere al espacio en donde se desarrollará la actividad
- tiempo: se toma en cuenta si la actividad se realiza en poco tiempo o el usuario estará por períodos prolongados frente a la computadora.

2.3 Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad

Un modelo clásico de la ingeniería de la usabilidad, que responde a las premisas de la ingeniería del software, es el propuesto por Lorés, Granollers y Lana (2001) denominado “Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad”. Este modelo incorpora tres núcleos principales de actividad:

1. **Ciclo de vida del software**, con las fases clásicas de análisis de requisitos, diseño, implementación y lanzamiento.
2. **Prototipado**, mediante el cual se desarrollan propuestas de interfaz y se evalúan, con el objetivo de aceptarlas, mejorarlas o rechazarlas.

3. **Evaluación**, en el que se llevan a cabo actividades para asegurar la usabilidad y la accesibilidad del producto, desde la perspectiva del usuario final. Como su nombre lo indica, éstas dan elementos formales acerca de en qué medida los productos desarrollados son fáciles de usar, eficaces, eficientes y satisfactorios para los usuarios.

La Fig. 2.3 presenta el esquema de funcionamiento del modelo y la iteración que se da entre los tres elementos mencionados. En la fase de análisis de requisitos se lleva a cabo el análisis del usuario, sus características, su tarea y su contexto social en la organización, hasta obtener un perfil detallado del mismo y claridad en cuanto a los objetivos que persigue. En la fase de diseño se hacen propuestas sobre la organización y flujo de la aplicación, la división de la información y los comandos o herramientas en las diferentes pantallas, se eligen colores, fuentes, estilos para mejorar la comunicación y se diseñan los prototipos que se evaluarán con usuarios. Si las evaluaciones resultan satisfactorias, se pasa a la fase de implementación y se vuelve a probar con usuarios; en caso contrario se regresa al análisis de requisitos.

En la fase de implementación se seleccionan los lenguajes de programación para hacer la integración de la base de datos con los gráficos y la información real, finalmente en la fase de lanzamiento se libera el producto y se pone disponible al público. Las flechas en la fase de implementación representan las evaluaciones que también se efectúan en esta fase; si la implementación cumple con las necesidades de los usuarios se puede pasar a la fase de lanzamiento, en caso contrario nuevamente se hace el análisis de requisitos y diseño para hacer cambios en la fase de implementación hasta que se cumpla con las necesidades y requerimientos de los usuarios.

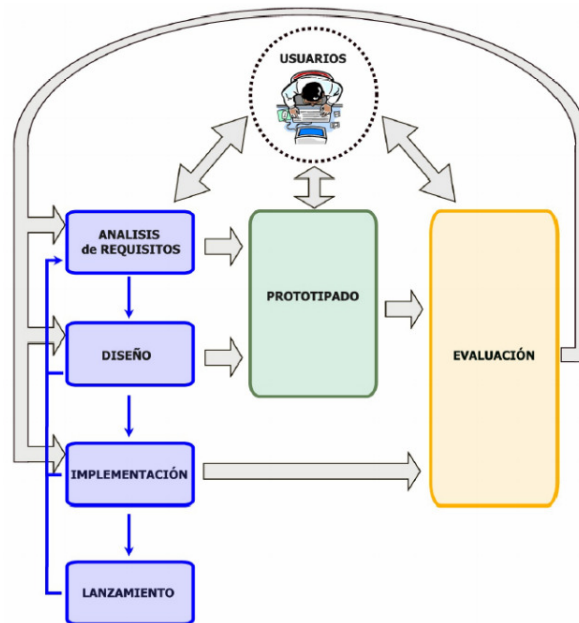


Fig.2.3 Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad (Lorés et al, 2001).

En caso de que haya un nivel de aceptación aceptable por parte del usuario, el producto se puede liberar; en caso contrario, se regresa a la fase de análisis de requisitos. Cada fase es evaluada por los usuarios hasta que se lanza el producto.

2.4 La evaluación de la usabilidad

Existen, en general, dos tipos de evaluaciones de usabilidad: con usuarios y sin usuarios. Ambas ofrecen información complementaria sobre la calidad de una interfaz. A continuación se da una breve introducción a cada una de éstas.

2.4.1 Evaluación sin usuarios

Como su nombre lo indica, las evaluaciones sin usuarios no requieren de la presencia de usuarios finales, lo que disminuye el tiempo necesario para su ejecución, así como el costo asociado. Este tipo de pruebas son realizadas por expertos en el área de diseño de interfaces y/o por *stakeholders* (las personas u organizaciones que tienen alguna relación con el sistema y con quienes se trabaja en la etapa de levantamiento de

requerimientos del sistema). Este tipo de evaluaciones no requieren un sistema 100% funcional y permiten detectar problemas antes de pasar a las pruebas con usuarios.

Existen diferentes tipos de evaluaciones sin usuarios:

- **Evaluaciones con base en documentos**, este tipo de evaluación se realiza utilizando documentos que ofrecen criterios para la evaluación de la interfaz. Gamboa y su equipo, mencionan en su trabajo (2014) que para realizar este tipo de pruebas se pueden utilizar diferentes tipos de documentos de referencia, como pueden ser: **guías de estilo, principios de diseño, patrones de interacción, estándares o criterios ergonómicos**. A continuación se explican cada uno de estos.

Las guías de estilo, son una colección de reglas de diseño y principios para asegurar que la apariencia de la interfaz sea similar en un conjunto de aplicaciones del mismo sistema. En Belén, A.; Cueva, J. (2001), se definen dos tipos de guías de estilo: 1) guías de estilo comercial, producidas por fabricantes de software y hardware, que son en general estándares de facto, y; 2) guías de estilo corporativas, confeccionadas por las empresas para su propio uso. “La ventaja más evidente de las guías de estilo es que aseguran una mejor usabilidad mediante la consistencia que imponen. En el lenguaje industrial al hablar de un cierto tipo de guía de estilo se le da la denominación de look and feel.”

Por su parte, Bodart & Vanderdocht (1993) proponen **guías de estilo** para desarrollar aplicaciones altamente interactivas y las dividen en los 12 aspectos siguientes:

1. Datos de entrada: tiene que ver con la selección de objetos para la captura de información, los cuales pueden ser; teclado, abreviaturas, por voz, una lista, tablas o las gráficas.
2. Datos: seleccionar los objetos de interacción para la visualización de datos.
3. Diseño del diálogo; control, orientación, concisión, tiempo de respuesta, ofrecer opciones como; deshacer, rehacer, cancelar o alarmas.

4. Gráficos: texturas, fuentes, tipografía, selección de gráficos y color (simple o combinado); íconos, símbolos y pictogramas.
5. Medios de Interacción: seleccionar los medios de interacción multimedia como; teclado, voz, imagen, sonido, seguidor de ojos; Medios de visualización como: pantalla, ratón, trackball o tabla de gráficos.
6. Estilos de interacción: se selecciona el lenguaje de comandos; lenguaje de consulta; las teclas de función; rellenado de formularios; multi-ventanas (control, ergonomía) y orientación del usuario (retroalimentación, presentación).
7. Gestión de errores (prevención, detección y tratamiento); validación de datos (Lógica, sintáctica, semántica) y la protección de la información
8. Mensajes; orientación e información por medio de mensajes, para indicar: ayuda, advertencia, error, confirmación, alerta o estado.
9. Ayuda: ofrecer ayuda para resolver un ejercicio usando documentación en línea o un Tutorial.
10. Documentación; ofrecer un manual de instrucciones.
11. Normas de evaluación: proporcionar medidas cuantitativas (Física, asociativa, estética) y medidas subjetivas realizando un diseño de interfaz de usuario.
12. Aplicación: usar metodologías de diseño para generar prototipos.

Principios de diseño. Shneiderman (2006) define 8 reglas que se deben respetar en cualquier diseño de interfaz, y que permiten evaluar su usabilidad:

1. buscar la consistencia, se refiere a que en situaciones similares es necesario usar secuencias coherentes.
2. proveer usabilidad, consiste en reducir el número de interacciones para aumentar el ritmo de uso.
3. retroalimentación, para cada acción del usuario, debe hacer una respuesta del sistema. Para acciones frecuentes y menores la respuesta debe ser modesta y para acciones de mayor peso la respuesta debe ser trascendente.

4. diseña la transición de una secuencia de acciones, las secuencias de acciones deben organizarse en grupos coherentes bajo este principio, el usuario debe tener la sensación de haber cumplido con lo solicitado por el sistema.
5. prevención de los errores, el sistema debe estar diseñado para que el usuario no pueda cometer errores graves, si este ocurre el sistema debe detectarlo y ofrecer una solución sencilla.
6. crear acciones que se pueden revertir, esta característica fomenta la exploración de opciones desconocidas porque el usuario sabe puede deshacer los errores.
7. permitir al usuario tomar el control de la aplicación, se debe diseñar el sistema para que responda a cada acción que inicie el usuario.
8. reducir la carga de trabajo en la memoria de corto plazo del usuario, se refiere a diseñar el sistema con pantallas simple y que el usuario cuente con un tiempo de aprendizaje adecuado para comprender las secuencias del programa.

Patrones de diseño de interacción, los patrones de diseño surgen como soluciones a problemas recurrentes y cotidianos. Tienen por objetivo capturar la experiencia en el diseño de la retroalimentación visual de una interfaz conforme a los requerimientos del usuario. Según el modelo de Seeheim presentado en el trabajo de Dix y Wood en el 2000, existen patrones de interacción los cuales se dividen tres categorías de patrones en base a los tres niveles lingüísticos de la retroalimentación visual:

1. “La categoría de patrones de interacción a nivel semántico reagrupa los patrones que dan solución a la problemática de la retroalimentación que visualiza el estado del sistema.
2. La categoría de patrones de interacción a nivel sintáctico reagrupa los patrones que dan solución a la problemática de informar de forma visual sobre el comportamiento del sistema.
3. La categoría de patrones de interacción a nivel lexical compuesta por patrones que dan solución sobre la problemática de informar sobre las acciones del usuario.” (Dix y Wood, 2000)

Estándares, Los estándares proporcionan a los diseñadores un marco de trabajo basado en la experiencia. Belén, A.; Cueva, J. (2001), mencionan “los estándares software se aplican generalmente a características básicas de la interfaz de usuario. Con el hecho de desarrollar estándares para la interfaz se intenta conseguir un software más fácil y seguro, estableciendo unos requisitos mínimos de fabricación y eliminando inconsistencias y variaciones innecesarias en las interfaces.”

Criterios ergonómicos, fueron propuestos inicialmente por Scapin y Bastien en 1993, los criterios ergonómicos son un método de inspección diseñado para evaluar interfaces de manera objetiva y lo más completa posible, esta evaluación es realizada por expertos. Los criterios ayudan a detectar defectos de usabilidad potenciales en una interfaz.

Bastien y Scapin en 1997 hicieron una síntesis de recomendaciones del campo de la ergonomía de computadoras y su trabajo generó como resultado una lista de 18 criterios divididos en 8 grupos.

Posteriormente en el 2005 Bach y Scapin publican un artículo en el que complementan los criterios ergonómicos para diseñar y evaluar interfaces en ambientes virtuales.

En este punto es importante subrayar que los criterios ergonómicos propuestos, se ha hecho pensando en interfaces monousuario. Por ello, no existe información sobre qué ocurre cuando se utilicen para evaluar una interfaz multiusuario. Es por ello que la cual está investigación busca probar su vigencia y pertinencia al ser utilizados en el nuevo contexto.

- **Evaluaciones con base en modelos cognitivos**, estos modelos buscan predecir cómo el usuario percibe la interfaz y actúa sobre ella, de modo a establecer cuál es su siguiente acción probable, y si ésta es correcta, o no. Un ejemplo de este tipo de modelos es GOMS⁴.

El modelo GOMS (propuesto en Card, Moran y Newell, 1983) describe las tareas que el usuario puede llevar a cabo en el sistema en términos de objetivos. Por ejemplo: se evalúa qué botón, dentro de los disponibles en la interfaz, será el que el usuario seleccionará, cuánto tiempo le tomará hacerlo, qué posibles confusiones puede tener, y cuánto le costará recuperarse de error, etc.

⁴ GOMS: es un acrónimo que significa metas, operadores, métodos y reglas de selección

- **Evaluaciones con base en revisiones expertas.** Conocidas como revisiones heurísticas, son realizadas por profesionales de la usabilidad quienes conocen las convenciones más reconocidas en el diseño de interfaces y pueden evaluar la calidad de una interfaz a partir de su propia experiencia, dando su opinión sobre el prototipo o prototipos que se proponen. Dada la posibilidad de una evaluación subjetiva, se recomienda que sean entre tres y cinco expertos los que intervengan en la evaluación.

2.4.2 Evaluaciones con usuarios

Este tipo de pruebas Florian, E. B., Solarte, O., Reyes, J. M. (2010) las denomina pruebas de análisis. Se caracterizan porque en ellas intervienen usuarios representativos, para trabajar en tarea típicas utilizando el sistema o prototipo a evaluar.

Las pruebas con usuarios se basan en la observación y el análisis de usuarios reales, lo que inevitablemente las hace más costosas que las evaluaciones sin usuarios, ya que se llevan a cabo en un laboratorio de usabilidad y es necesario citar a usuarios tipo para realizar pruebas en un prototipo del sistema que se esté desarrollando.

Para poder llevar a cabo las pruebas con usuarios, es necesario elaborar los siguientes instrumentos:

- *Protocolo*, es un documento en donde se le da la bienvenida al usuario, se explican tanto los objetivos como en que consiste la prueba.
- *Cuestionario de perfil de usuario*, sirve para detectar si el usuario que va a realizar la prueba, cumple con el perfil de usuario para el cuál se elaboró el sistema, si el usuario no cumple con el perfil la prueba no es válida.
- *Cuestionario de tareas*, se elabora un cuestionario en el cuál se le solicita al usuario que realice tareas específicas, tales como: descarga un archivo, encuentra los horarios para el semestre 2016/2, encuentra el cine más cercano, etc., todas las tareas deben redactarse de forma imperativa y objetiva, este cuestionario es

aplicado por una persona que no haya tenido nada que ver en el desarrollo del sistema, a esta persona se le conoce con el nombre de “facilitador” o “monitor”.

Durante la aplicación del cuestionario de tareas se graba la actividad por parte del usuario con el sistema, la idea es contar con la opinión en voz del usuario, la interacción en la pantalla para identificar como interactúa con la interfaz y los gestos que realiza el usuario, este video se analiza para complementar el reporte generado con las respuestas de los instrumentos aplicados a los usuarios durante la prueba de usabilidad.

Cuestionario de salida, sirve para obtener la opinión por parte del usuario acerca del sistema que acaba de probar, las preguntas que dan forma a este instrumento sirven para conocer si fue fácil de usar, divertido, si lo recomendaría o si volvería a usar el sistema.

Hasta el momento se han presentado opciones para evaluar una interfaz ya sea con usuarios o sin usuarios. En particular en esta investigación se tomará como caso de estudio los criterios ergonómicos propuestos por Scapin & Bastien, pues engloban varios de los elementos que se usan en la guía de estilo, los principios de diseño, los patrones y estándares. Por ejemplo, los criterios ergonómicos toman en cuenta:

- elementos de diseño como lo hacen las guías de estilo
- la consistencia y los errores de que son parte de los principios de diseño definidos por (Shneiderman, 2006),
- la retroalimentación que se le da al usuario cuida el aspecto cognitivo, como lo hacen los patrones de interacción definidos por (Dix y Wood, 2000),
- etc.

En el siguiente apartado se explican a detalle los criterios ergonómicos y se establece más claramente su relación con la usabilidad.

2.5 Criterios para evaluación de interfaces

Como se explicó en el apartado anterior, un tipo de evaluación posible es el que se sustenta en documentos. En este tipo de evaluación, el evaluador toma un documento

de referencia y verifica, punto por punto, si la interfaz a evaluar cumple, o no, para cada una de sus pantallas, con los puntos de verificación establecidos.

Así, la evaluación con base en documentos busca que personas con una experiencia limitada puedan llevar a cabo evaluaciones de calidad, por lo que su redacción, justificación, alcances, etc. suelen ser muy revisados y cuidados.

Existen varias propuestas de criterios para la evaluación de las interfaces; por ejemplo, Nielsen y Morkes (1998) presentaron los siguientes:

Visibilidad. El sistema debe mostrar en todo momento su estado. El usuario debe saber que tarea está haciendo el sistema en todo momento.

Correspondencia entre el sistema y el mundo real. La información que se presenta en el sitio debe considerar la realidad del usuario para el que se desarrolla el sistema.

Libertad y posibilidad de control al usuario. El sistema debe mostrar su organización de contenido desde la pantalla principal.

Coherencia interna y externa para no desorientar al usuario. Para evitar que el usuario se desoriente, todas las interfaces de una aplicación deben ser homogéneas.

Prevención de los errores: Se deben prevenir todos los errores posibles para que estos no ocurran.

Reconocer: La interfaz debe permitir al usuario reconocer los elementos mostrados en la interfaz, con la intención de que no tenga que recordarlos siempre, es mejor reconocer que recodar.

Flexibilidad y eficiencia: Se deben considerar las necesidades del usuario experto, poniendo a su disposición herramientas para un uso más avanzado del sistema.

Diseño minimalista: Se refiere a reducir el uso de elementos al mínimo.

Corrección de errores: Debe ofrecer los medios disponibles para que el usuario pueda corregir los errores que le ocurran al recorrer el sistema.

Instrumentos de ayuda y las instrucciones de uso: Debe ofrecer al usuario elementos que lo ayuden en su interacción con el sistema.

En este mismo tema, Nokelainen (2006) desarrolla un cuestionario llamado PMLQ (*Pedagogically Meaningful Learning Questionnaire*), para evaluar recursos educativos. Los criterios se enfocan en la elaboración del material que utilizan los alumnos y los profesores para el aprendizaje, el desarrollo de sus tareas, el que puedan usar redes

sociales de manera síncrona o asíncrona y en evaluar el conocimiento para la elaboración de recursos educativos.

Por otro lado existen los Criterios Ergonómicos de Interacción (Scapin y Bastien, 1990) que proponen 8 criterios ergonómicos para la evaluación de interfaces de usuarios. Estos criterios se enfocan en someter a una interfaz a una evaluación por parte del usuario con la intención de identificar problemas de usabilidad.

Los criterios fueron evaluados y comparados con respecto a líneas guías, patrones de diseño y las condiciones de control del ISO y en todos los casos los criterios ergonómicos demostraron ser más completos, independientes y que podían aplicarse a cualquier situación. Asimismo los criterios ergonómicos mejoran las actuaciones de evaluación porque apoya a los no especialistas. Los criterios ergonómicos se componen de 8 criterios principales que están divididos en subcriterios, por lo que en total son 18 criterios.

A continuación se muestra la definición y justificación de cada criterio con base en Scapin y Bastien (1997).

2.5.1 Criterios ergonómicos Scapin y Bastien, (1997)

1.- Guía

Se refiere a los medios disponibles para asesorar, orientar, informar, instruir y guiar a los usuarios a través de su interacción con una computadora (mensajes, alarmas, etiquetas, etc.). El criterio de guía se divide en cuatro criterios: Incitación, Agrupación/distinción entre elementos, Retroalimentación inmediata y Legibilidad.

Justificación: El orientar al usuario facilita su aprendizaje y la utilización de un sistema ya que le permite saber en todo momento dónde se encuentra en una secuencia de interacción o en la realización de una tarea; saber cuáles son las acciones posibles, así como sus consecuencias. La facilidad de aprendizaje y facilidad de uso promueve un mejor rendimiento y un menor número de errores.

1.1 Incitación: se refiere a los medios disponibles con el fin de orientar a los usuarios hacia la resolución de una tarea. Este criterio también se refiere a todos los medios que ayudan a los usuarios a conocer las alternativas cuando son posibles varias acciones en

función de los contextos y a la información que ofrece sobre el estado actual o contexto del sistema, así como información relativa a las funciones de ayuda y su accesibilidad.

Justificación: la incitación permite a los usuarios saber exactamente el modo actual, ayuda a los usuarios navegar en la aplicación o el sistema y a reducir los errores.

1.2. Agrupación/distinción entre elementos: se refiere a la organización visual de los elementos de información. Este criterio tiene en cuenta la topología (ubicación) y algunas características gráficas (formato) con el fin de indicar las relaciones entre los diversos elementos que se muestran, o bien para indicar diferencias entre clases.

El criterio de agrupación/distinción de artículos se subdivide en dos criterios: agrupación/distinción por ubicación y agrupación/distinción por el formato.

Justificación: la comprensión de los usuarios con respecto a una pantalla de visualización depende, entre otras cosas, de la ordenación, el posicionamiento y la distinción de los objetos (imágenes, textos, comandos, etc.) que se presentan. Los usuarios podrán detectar elementos más fácilmente si, por una parte, se presentan de una manera organizada (por ejemplo, el ordenamiento alfabético, frecuencia de uso, etc.), y si por otro lado si los elementos se presentan en formatos o codificados de manera que indican sus similitudes o diferencias. Además, se mejorará el aprendizaje y el recuerdo de elementos o grupos de elementos. La distinción agrupación de elementos conduce a una mejor orientación.

1.2.1. Agrupar/distinción por ubicación: se refiere a la posición relativa de los objetos con el fin de indicar si o no pertenecen a una clase dada, o bien para indicar diferencias entre clases. Este criterio se refiere también a la posición relativa de los elementos dentro de una interfaz.

1.2.2. Agrupación/distinción por formato: hace distinción por las características gráficas como: formato, color, etc., que indican sí o no los artículos pertenecen a una clase dada.

1.3. La retroalimentación inmediata: se refiere a las respuestas que da el sistema a las acciones de los usuarios. Estas acciones pueden ser afinadas entradas simples o transacciones más complejas. En todos los casos las respuestas por parte del sistema, deben ser rápidas, con temporización apropiada y consistente para el tipo de transacción que se esté realizando. En todos los casos, una respuesta rápida desde la computadora debe estar provista de información sobre la transacción solicitada y su resultado.

Justificación: La calidad y la rapidez son dos factores clave en el establecimiento de confianza y satisfacción con el usuario, así como para la comprensión del diálogo. Estos factores permiten a los usuarios obtener una mejor comprensión del funcionamiento del sistema. La ausencia de retroalimentación o una regeneración retardada puede ser desconcertante para el usuario. Los usuarios pueden sospechar de un fallo del sistema y pueden emprender acciones que puedan ser perjudiciales para los procesos en curso.

1.4. La legibilidad: se refiere a las características léxicas de la información presentada en la pantalla que pueden obstaculizar o facilitar la lectura de esta información (brillo, contraste entre la letra y el fondo, tamaño de fuente, el espaciado entre palabras, espaciado de línea, el espacio entre párrafos , la longitud de línea , etc.). El criterio de legibilidad no se refiere a los mensajes de comentarios o de error.

Justificación: La presentación de la información en la pantalla debe tomar en cuenta las características cognitivas y de percepción de los usuarios. Una buena legibilidad facilita la lectura de la información presentada.

2. Carga de trabajo

Se refiere a todos los elementos de la interfaz que juegan un papel en la reducción de la carga perceptiva o cognitiva de los usuarios, y en el aumento del diálogo. El criterio carga de trabajo se subdivide en dos criterios: La brevedad (que incluye concisión y acciones mínimas), y la densidad de información.

Justificación: Cuanto mayor sea la carga de trabajo, mayor es la probabilidad de cometer errores y entre menos se distraigan los usuarios con información innecesaria, más se podrán cumplir su tarea y cuanto más breve sean las acciones requeridas serán más rápido las interacciones.

2.1. Brevedad: se refiere a la carga de trabajo perceptual y cognitivo, tanto para las entradas y salidas individuales, y para los grupos de entradas (es decir, conjuntos de acciones necesarias para lograr un objetivo o una tarea). La brevedad se corresponde con el objetivo de limitar la carga de trabajo de lectura y de entrada y el número de pasos de acción. El criterio de brevedad se divide en dos criterios: concisión y acciones mínimas.

Justificación: la capacidad de memoria es limitada, en consecuencia, entre más corta sea la entrada, menor es la probabilidad de cometer errores. Y entre más numerosas y complejas sean las acciones para alcanzar un objetivo, aumentará la carga de trabajo y por lo tanto aumentará el riesgo de cometer errores.

2.1.1. Concisión: se refiere a la carga de trabajo perceptual y cognitivo de las entradas o salidas individuales.

Justificación: la capacidad de memoria es limitada, en consecuencia, entre más corta sea la entrada, menor es la probabilidad de cometer errores. Y entre más numerosas y complejas sean las acciones para alcanzar un objetivo, aumentará la carga de trabajo y por lo tanto aumentará el riesgo de cometer errores.

2.1.2. Acciones mínimas: se refiere al número de acciones necesarias para lograr un objetivo o una tarea. Es aquí una cuestión de limitar lo más posible los pasos por los que deben pasar los usuarios.

Justificación: Cuanto más numerosas y complejas las acciones necesarias para alcanzar un objetivo, más se incrementará la carga de trabajo y por lo tanto mayor será el riesgo de cometer errores.

2.2. Densidad de información: se refiere a la carga de trabajo de los usuarios desde un punto perceptual y cognitivo de vista con respecto a todo el conjunto de información que se presenta a los usuarios en lugar de cada elemento individual o artículo.

Justificación: En la mayoría de las tareas, las actuaciones de los usuarios llegan a ser peores cuando la densidad de información es demasiado alto o demasiado bajo: en estos casos, los errores se hacen más probables. Los usuarios no tienen que memorizar largas listas de datos o procedimientos complicados. Ellos no deberían tener que realizar actividades cognitivas complejas cuando éstas no son requeridas por la tarea en cuestión.

3. Control explícito

Se refiere a las acciones explícitas por parte del usuario para controlar el procesamiento del sistema, y los usuarios tienen el control sobre el procesamiento de sus acciones por parte del sistema. El criterio de control explícito se divide en dos criterios: la acción explícita del usuario, y el control del usuario.

Justificación: Cuando los usuarios detectan sus entradas, y cuando estas entradas están bajo su control, los errores, así como las ambigüedades son limitados. Por otra parte, el sistema será mejor aceptado por los usuarios si tienen el control sobre el diálogo.

3.1. Acción explícita del usuario: se refiere a la relación entre la computadora y las acciones de los usuarios, es decir, la computadora debe procesar sólo las acciones solicitadas por los usuarios, y sólo cuando se le solicite para hacerlo.

Justificación: Cuando se da respuesta a las acciones explícitas del usuario, los usuarios aprenden y comprenden mejor el funcionamiento de aplicaciones y se observan menos errores.

3.2. Control de usuario: se refiere al hecho de que los usuarios siempre deben estar en control del procesamiento del sistema (por ejemplo, interrumpir, cancelar, pausar y continuar). Cada posible acción del usuario debe ser anticipada.

Justificación: El control sobre las interacciones favorece el aprendizaje y por lo tanto disminuye la probabilidad de cometer errores. Como consecuencia de ello, el sistema se hace más predecible.

4. Adaptabilidad

Se refiere a su capacidad para comportarse contextualmente y de acuerdo a las necesidades y preferencias de los usuarios. La adaptabilidad se divide en dos criterios: La flexibilidad y la experiencia del usuario.

Justificación: Cuanto más diversas sean las formas de lograr una tarea dada, mayor será la probabilidad de un usuario de adaptarse a ella, de manera que el usuario dominara el curso de aprendizaje. Para evitar efectos negativos sobre los usuarios, la interfaz debe adaptarse a ellos.

4.1. Flexibilidad: se refiere a los medios a disposición de los usuarios para personalizar la interfaz con el fin de tener en cuenta sus estrategias de trabajo y/o sus hábitos, y los requisitos de la tarea. La flexibilidad se da en el número de posibles formas de lograr un objetivo determinado. En otras palabras, es la capacidad de la interfaz de adaptarse a las necesidades particulares de los usuarios.

Justificación: Entre más diversidad de medios disponibles para llevar a cabo una tarea, mayor será la probabilidad de que los usuarios elijan y dominen uno de ellos durante el aprendizaje.

4.2. Experiencia de usuario: se refiere a los medios disponibles para tener en cuenta el nivel de experiencia del usuario.

Justificación: Los usuarios con experiencia y sin experiencia tienen necesidades de información diferente, por lo que es deseable proporcionar a los usuarios sin experiencia modos de transacciones que permitan acciones sencillas paso a paso, esto para los usuarios experimentados, pueden ser aburrido y frenar sus interacciones, por lo que a un usuario experimentado se le debe permitir el acceso a las funciones del sistema más rápidamente. Los diferentes niveles de interacción deben tomar en cuenta la experiencia de los usuarios porque la mayoría de los sistemas tendrán usuarios con diferentes niveles de experiencia.

5. Gestión de errores

Se refiere a los medios disponibles para prevenir o reducir los errores y recuperarse de ellos cuando se producen. Los errores en este contexto incluyen la entrada de datos no válidos, formato no válido para la entrada de datos o la sintaxis de comandos incorrectos. El criterio de gestión de errores se divide en tres criterios: protección contra errores, la calidad de los mensajes de error y corrección de errores.

Justificación: Las interrupciones del sistema causado por los usuarios tienen consecuencias negativas sobre las actividades de los usuarios. En general, este tipo de interrupciones aumentan el número de interacciones y perturban la organización y la realización de la tarea. Al limitar el número de errores, el número de interrupciones también está limitado y el rendimiento es mejor.

5.1. Protección de errores: se refiere a la provisión de medios para detectar y prevenir errores de entrada de datos, errores de comando, o acciones con consecuencias destructivas.

Justificación: Es preferible detectar errores antes de que ocurra, la detección es menos perjudicial.

5.2. Calidad de los mensajes de error: se refiere a la redacción y el contenido de los mensajes de error, es decir: su relevancia, legibilidad y la naturaleza de los errores (sintaxis, formato, etc.) y las acciones necesarias para corregirlos.

Justificación: La calidad de los mensajes de error promueve el aprendizaje de los sistemas de los usuarios, indicando a los usuarios las razones de sus errores, su naturaleza, y enseñándoles maneras de prevenir o resolver sus errores.

5.3. Corrección de errores: se refiere a los medios a disposición de los usuarios para corregir sus errores.

Justificación: Los errores son menos preocupantes cuando se encuentran con facilidad y son corregidos inmediatamente.

6. Consistencia

Se refiere a las opciones de diseño de interfaz de forma (códigos, nombres, formatos, procedimientos, etc.) se mantienen en contextos similares, y son diferentes cuando se aplica a contextos diferentes.

Justificación: Procedimientos, etiquetas, órdenes, etc., serán más fácil de recordar, de reconocer o utilizar si su formato, ubicación y sintaxis son estables de una pantalla a la otra, o de una sesión a otra. En estas condiciones, el sistema es más predecible, el aprendizaje y la generalización es más fácil y el número de errores se reduce. La falta de consistencia puede aumentar considerablemente el tiempo de búsqueda. La falta de consistencia es una razón importante para el rechazo de los usuarios.

7. Significado de códigos

Es la relación entre un término y/o un signo y su referencia. Códigos y nombres significan lo mismo a los usuarios cuando hay una fuerte relación semántica entre dichos códigos y los elementos o acciones a que se refieren.

Justificación: Cuando los códigos son significativos, son más fáciles de recuperar y de identificar. Además, los códigos o nombres sin ningún significado para el usuario pueden conducir a operaciones inapropiadas por parte de los usuarios, y por lo tanto a errores.

8. Compatibilidad

Se refiere a la coincidencia entre las características de los usuarios (memoria, percepciones, costumbres, habilidades, edad, expectativas, etc.) y las características de la tarea, por un lado, y la organización de la salida, de entrada, y del diálogo para una aplicación dada. El criterio de compatibilidad también se refiere a la coherencia entre ambientes y entre aplicaciones.

Justificación: La transferencia de información de un contexto a otro, es más rápido y más eficiente cuando hay un volumen limitado de información a ser recordado por los usuarios. La eficiencia aumenta cuando: los procedimientos diseñados para realizar una tarea son compatibles con las características psicológicas de los usuarios; los procedimientos y las tareas se organizan en relación con las expectativas y prácticas de los usuarios; traducciones, interpretaciones, o la documentación se reduce al mínimo. Las funciones son mejores cuando la información se presenta en una forma directamente utilizable.

Una vez que se definieron los criterios ergonómicos y que se mostró la justificación de cada uno de ellos, toca el momento de hablar de sus limitaciones, y alcance.

2.5.1.1 Limitaciones de los criterios ergonómicos de Scapin y Bastien

Scapin y Bastien (1997) mencionan dos tipos de limitaciones para la evaluación de los sistemas interactivos con los criterios ergonómicos:

Limitaciones inherentes en el método.

Limitaciones debido al estado actual del método de desarrollo.

Una limitación inherente es que la inspección sólo se puede utilizar para evaluar las características del sistema interactivo para el que se disponga de conocimientos ergonómicos (por ejemplo, directrices apoyados por pruebas empíricas). Esto puede, por ejemplo, excluir del alcance del método de nuevas tecnologías de interacción (por ejemplo, interfaces virtuales).

Otra limitación de este tipo se refiere a la complejidad de la situación (tarea/usuarios) que implica el uso de sistemas interactivos. De hecho, para algunas tareas muy especializadas o tareas que involucran a los usuarios altamente cualificados, las cuestiones de ergonomía no pueden reducirse a conjuntos de medidas y recomendaciones; tales casos, obviamente, requieren un conocimiento sofisticado de contexto, usuarios y tareas. En otras palabras, la evaluación ergonómica de los sistemas interactivos a menudo puede requerir otros métodos de evaluación, por lo que es importante mencionar que un enfoque basado en los criterios ergonómicos no sustituye a otros métodos de evaluación (evaluaciones basadas en modelos, pruebas empíricas, etc.), sino que constituye un complemento a tales métodos.

Por último, (Scapin y Bastien, 1997) mencionan que sus criterios tiene un alcance limitado, es decir, en su opinión, se desarrollaron desde el punto de vista del usuario individual.

Una evaluación basada en criterios ergonómicos, no evalúa el uso real, pero ayuda a comparar las características de una situación (sistema interactivo, los usuarios, las tareas), por medio de los objetivos de la evaluación. Las pruebas de usabilidad real se pueden ver como la evaluación a posteriori (a través de rendimiento del usuario y las mediciones de opinión) sobre la calidad ergonómica de un sistema interactivo.

El enfoque basado en criterios no requiere de la participación del usuario en el uso real y de hecho considera que el sistema interactivo como un producto, ya que requiere algún tipo de descripción, o maqueta o correr la versión de software. Es una vista de evaluación instantánea en una situación que incluye un producto y el método está dirigido, aunque no es exclusivo a los no expertos. Naturalmente, cuanto más experto evaluador es, la valuación será más completa y precisa.

Los autores proponen extender el contenido de cada criterio; completando el nivel de detalle de los criterios es decir, incluyendo un conjunto completo de reglas específicas para cada uno de los criterios; identificar formas de apoyar a cada uno de los criterios; y refiriéndose a los métodos individuales que permitan evaluaciones más lejos, más detalladas y debe presentar prioridades de acuerdo con los objetivos de la evaluación (por ejemplo, la orientación debería tener prioridad sobre flexibilidad, para los usuarios

inexpertos, y si se requiere un alto rendimiento la carga de trabajo debe tener una alta prioridad, etc.).

En conclusión los criterios ergonómicos presentan una forma probada de acercarse a la calidad ergonómica de sistemas interactivos. También contribuyen a aumentar el nivel de conciencia de personas no especializadas, por lo que se les puede considerar como un marco útil para incorporar más conocimientos ergonómicos, métodos y resultados.

2.5.2 Criterios ergonómicos para ambientes virtuales (Bach, 2004)

Derivado de las limitaciones mencionadas, en el 2001 Bach y Bastien, identifican que en los ambientes virtuales, uno de los principales problemas que existe es el amplio uso de entornos, por lo que (Bach, 2004) propone la modificación a uno de los criterios ergonómicos de Scapin y Bastien, 1997 y propone que se agreguen 2 nuevos criterios para evaluar la usabilidad de ambientes virtuales para contribuir a eliminar esta limitación. A continuación con base en (Bach, 2004), se explica de donde surgen los criterios ergonómicos enfocados a los ambientes virtuales y sus características.

La propuesta de modificar el criterio Significado de códigos y agregar 1 criterio de agrupación y distinción de elementos y carga de trabajo físico se debe en primer lugar a problemas de usabilidad fisiológicas (Papin, 2001a), lo cual es nuevo con respecto a las interfaces gráficas de los usuarios, por ejemplo, en algunos dispositivos para ser usados por el usuario, pueden aparecer problemas de peso de los equipos o incompatibilidad bio-mecánica con los usuarios. Estos problemas están lejos de ser resueltos en la actualidad, sobre todo cuando se trata de la compatibilidad entre el sistema visual humano y dispositivos de visualización utilizados y en segundo lugar a las implicaciones físicas de algunos ambientes virtuales.

También pueden ocurrir problemas pueden después de la exposición a un Ambiente virtual, a causa de un efecto de adaptación "no natural " durante el uso de un AV. (Stroffregen, Draper, Kennedy & Compton, 2002). Por ejemplo: vértigo, descoordinación en el movimiento de las partes del cuerpo, flashbacks, de las interrupciones del sistema

vestibular⁵ o reducciones en la coordinación ojo–mano. (Stanney, Mourant & Kennedy, 1998).

A continuación se explican, tanto el criterio modificado, como los 2 nuevos criterios que se deben tomar en cuenta en ambientes virtuales.

Criterio agrupación/distinción entre elementos por comportamiento

El criterio de agrupación/Distinción por comportamiento se refiere particularmente a las características del Ambiente Virtual para el comportamiento reactivo (comportamiento de los objetos manipulados.) o por cuenta propia (comportamiento de los avatares) para mostrar la pertenencia o no pertenencia a comportamientos a la misma clase, en el mismo contexto, un avatar o incluso permitir enfatizar distinciones de comportamiento.

Justificación: Los usuarios encontrarán que es más fácil determinar los vínculos entre los diversos elementos del Ambiente Virtual si su comportamiento ilustra sus similitudes o diferencias. Tales enlaces estarán mejor informados y serán mejor recordados. Una buena agrupación / distinción al formato conduce a una mejor guía.

Ejemplos de recomendaciones: El diferente comportamiento de los avatares deben representar a sus estados. Los diferentes comportamientos del entorno virtual deben ser separados unos de otros. Los diferentes comportamientos deben ser capaces de distinguir tales puntos como la urgencia temporal, la duración, o la repetición de un evento.

Criterio carga de trabajo físico

Definición: La carga física de todos los componentes de Ambientes Virtuales tiene un papel en la reducción de la carga física de los usuarios y en un aumento de la seguridad.

⁵ Sistema vestibular: está relacionado con el equilibrio y el control espacial.

Justificación: Entre mayor sea la carga de trabajo físico, mayor es el riesgo de errores, incidentes y lesiones. . Lo mejor es promover el uso de un amplio campo de visión. El campo de visión amplio puede limitar las rotaciones del dispositivo, que pueden ser sinónimo de dolores de cabeza y náuseas.

Ejemplos de recomendaciones: Las características de interacción y su lugar de uso son para prevenir caídas y/o choques. El uso prolongado de algunos dispositivos de interacción requiere tiempos de recuperación que se deben tener en cuenta en el curso de la tarea. Los dispositivos usados por el usuario deben ser lo más ligero posible, los dispositivos deben permitir visualizaciones para ajustar el brillo, el contraste y la distancia de trabajo.

Criterio significado de códigos y comportamiento

Definición: El criterio de significado de códigos, descripciones y comportamientos es con respecto a la idoneidad del objeto, el comportamiento o la información. Códigos, nombres y comportamientos "significantes" tienen una fuerte relación semántica con su referente.

Justificación: Cuando la codificación es significativa, tanto el recuerdo como el reconocimiento son mejores. Además, los códigos, los nombres y el comportamiento insignificante para los usuarios pueden sugerir transacciones inadecuadas y por lo tanto dar lugar a errores.

Ejemplos de recomendaciones: diferentes codificaciones y formatos controlados objetos deben permitir deducir el estado en que se encuentran. No debe hacer ambigüedad en la identificación de las diferentes partes de un avatar. El comportamiento en el Ambiente Virtual debe significar la importancia del evento que es relativa a la tarea de usuario.

2.5.2.1 Limitaciones de los criterios ergonómicos en ambientes virtuales (Bach, 2004)

En primer lugar (Bach, 2004) menciona que las condiciones experimentales estuvieron muy por debajo del tiempo para una inspección. Otra limitación que refiere (Bach, 2004) es el hecho de que los ambientes virtuales evaluados son bastante simples desde el

punto de vista de sus dispositivos de interacción. Tienen aspectos de la realidad virtual, pero los dispositivos de entrada y salida de interacción son convencionales. Por lo tanto, sería necesario comprobar la contribución de los criterios ergonómicos en ambientes virtuales con dispositivos técnicamente más complejos.

Y finalmente se menciona que se hizo un análisis macroscópico y que es necesario ir más allá en el análisis de cintas de video (análisis microscópico de las estrategias de inspección e identificación de problemas con las pruebas) para asegurar con mayor precisión la pertinencia de los criterios.

En lo mencionado hasta el momento los criterios para la evaluación de interfaces toman en cuenta diferentes aspectos dependiendo de su contexto de uso con respecto al usuario, aspectos de diseño, cognitivos, perceptuales, de aprendizaje e interacción.

El tomar en cuenta varios aspectos, los criterios ergonómicos ofrecen ventajas sobre los otros tipos de evaluación, por ejemplo las guías de estilo son muy útiles para diseñar la apariencia visual basada en reglas de diseño o con reglas que define un fabricante o una empresa de acuerdo a sus necesidades pero por esta misma razón se limita a aspectos de diseño en un contexto específico.

Algo parecido sucede con los patrones de interacción ya que estas son soluciones que nacen de problemas recurrentes o cotidianos en un contexto específico.

Con respecto a los estándares de Belén, A.; Cueva, J. (2001), y a los principios de diseño de (Shneiderman, 2006), ambos son más generales que los patrones de interacción y las guías de diseño, sin embargo al hacer la revisión de estos, podemos darnos cuenta que lo que evalúan se encuentra contenido dentro de los criterios ergonómicos.

El diseño de interfaces en cualquier desarrollo tecnológico, pensado para su utilización por un usuario final, siempre debe buscar satisfacer sus necesidades en un contexto específico. Es tal la importancia de cumplir estas necesidades que existe un ISO para cuidar este requerimiento: el ISO13407 9241-15. En este documento se proveen las guías para incorporar las actividades del diseño centrado en el usuario dentro del desarrollo de sistemas interactivos. El diseño centrado en el usuario es una actividad multidisciplinar que incorpora factores ergonómicos y técnicas con el objetivo de apoyar al usuario en su interacción con las computadoras. Los 3 componentes que integran a un diseño centrado en el usuario son: usuario, tarea y contexto, a continuación se abunda en el tema.

Sumario

En este capítulo hemos definido la Usabilidad, su marco de trabajo y su forma de evaluación, además se presentó el modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad. Con respecto en la forma de evaluación de la Usabilidad se presentaron diferentes formas de hacer una la evaluación sin usuario y/o con usuarios, en este aspecto se presentaron a detalle la definición, justificación y limitaciones de los criterios ergonómicos de (Scapin y Bastien, 1997) y de (Bach, 2004). También se presenta el enfoque diseño centrado en el usuario, se describen sus componentes: Usuario, Tarea y Contexto. En el siguiente capítulo daremos referencias relativas al Trabajo Colaborativo.

CAPITULO 3: TRABAJO COLABORATIVO

“Trabajar en equipo es la capacidad de trabajar conjuntamente hacia un objetivo común. La capacidad de renunciar a ambiciones personales y fundir logros personales con los objetivos del conjunto. Esto es el combustible que permite que los individuos normales logren resultados extraordinarios.” (Andrew Carnegie, 1900)

Capítulo 3: Trabajo Colaborativo

La forma de trabajar en equipo se encuentra inmersa en un trepidante proceso de cambios, enmarcado por el conjunto de transformaciones sociales que han sido propiciadas por el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). Estas transformaciones, y una nueva concepción de la relación tecnología-sociedad, están determinando nuevos escenarios y ambientes de trabajo, como lo son las superficies interactivas multitoque. A continuación se presentarán algunas definiciones sobre el trabajo colaborativo.

3.1 Definiciones de Trabajo Colaborativo

Si bien existen diversas definiciones sobre el trabajo colaborativo, hay autores que coinciden en que, en primer lugar, se trata de un proceso. Por ejemplo Panitz, T. y Panitz, F. (1998) definen el trabajo colaborativo como un proceso de interacción cuya propósito básico es llegar al consenso a través de la participación de los miembros del equipo, compartiendo la autoridad y aceptando entre todos la responsabilidad de las acciones del grupo respecto de una meta específica. Del mismo modo Gros, B. (2000) lo define como un proceso en el que las partes se comprometen a aprender algo juntas, con la conciencia de que lo que deben aprender sólo se logra en equipo y que es justamente el equipo quién debe dividir las tareas a realizar. En este proceso, elementos como la comunicación y negociación son por supuesto claves. Guitert, M. y Giménez, F (2000) lo definen como el proceso en el que cada individuo aprende más de lo que aprendería solo y ésta es la ganancia que ofrece el trabajar en equipo sobre el trabajo individual. El autor además considera que el trabajo colaborativo únicamente se da si hay intercambio de puntos de vista entre los participantes, ya que es eso lo que permite la construcción de conocimiento.

“Cada individuo del equipo aporta su conocimiento y experiencia de vida, lo cual enriquece el proceso de trabajo en equipo.” Lucero, M. (2005).

Maldonado (2007) menciona que en el trabajo colaborativo no existe la noción de autoridad; es decir, no se impone la visión de un miembro del grupo por el sólo hecho de

tener autoridad, sino que el gran desafío es argumentar puntos de vista, justificar e intentar convencer a los pares.

Las definiciones anteriores coinciden en que el trabajo colaborativo es un proceso en el cual los participantes dan sus puntos de vista y en grupo llegan a un consenso.

3.2 Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo

Existen diferencias entre el trabajo individual y el colaborativo. Benavides, C. (2014) menciona las siguientes:

Trabajo individual	Trabajo colaborativo
<ul style="list-style-type: none"> • El usuario trabaja solo • Busca sus propios objetivos • La responsabilidad no se comparte • El usuario define su tiempo de trabajo • Tiene mentas propias • Desarrolla sus propias habilidades y talentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Se promueve la discusión y el diálogo • Se desarrollan habilidades y talentos al compartir información • Permite la toma de decisiones y el análisis de diferentes opiniones • Estimula la solidaridad • La responsabilidad es individual y colectiva • Se trabaja para llegar a una meta en común • Propicia la generación de conocimiento

Cuadro no. 1 Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo.
(Benavides, 2014)

3.3 Diferencias entre trabajo colaborativo y trabajo en grupo

En el trabajo de Paz (2000) se menciona “El trabajo colaborativo es trabajo en grupo. El trabajo en grupo no siempre es trabajo colaborativo” y presenta diferencias entre ellos.

Trabajo en grupo	Trabajo colaborativo
Hay un líder	El liderazgo se comparte
La responsabilidad es individual	La responsabilidad es compartida
El objetivo es completar la tarea	El objetivo es el aprendizaje y la relación
Hay un coordinador que toma las decisiones	El tutor interviene poco, más bien observa y retroalimenta al final de la tarea.

Cuadro no. 2. Diferencias entre trabajo en grupo y trabajo colaborativo. (Paz, 2000)

Es importante mencionar que el trabajo colaborativo y el trabajo cooperativo no es lo mismo. Dillenbourg, P. (1999) explica en su trabajo que en la cooperación los miembros del equipo dividen el trabajo, resuelven individualmente las subtareas y posteriormente integran los resultados parciales en un todo. Debido a esta diferencia se presentan a continuación sus diferencias.

En el trabajo de Maldonado (2007) se muestran las siguientes diferencias entre el trabajo colaborativo y trabajo cooperativo.

Características	Trabajo colaborativo	Trabajo cooperativo
El facilitador	Acompaña o es mediador	Estructura el trabajo que realizará cada grupo.
Tarea	Definida por los miembros del grupo	Asignada por el profesor
Responsabilidad por la tarea	Individual o grupal	Cada miembro del grupo se responsabiliza por una parte de la tarea
División del trabajo	Realizan el trabajo juntos, poca división de la labor.	En ocasiones es distribuido por el profesor entre los miembros del grupo. En otras puede ser distribuido por los miembros.
Subtareas	Entrelazadas. Requieren trabajo conjunto.	Independientes

Proceso de construir el resultado final	En conjunto. En ningún caso corresponderá a la suma de esfuerzos o desempeños individuales.	Juntando las partes realizadas por cada miembro. Sumatoria de subtareas realizadas individualmente.
Responsabilidad por el aprendizaje	Miembros del grupo acompañados por el profesor.	Asumida por el profesor al estructurar el trabajo de alguna manera que le hace pensar que el grupo aprenderá.
Tipo de conocimiento	No fundamental, se requiere razonamiento, cuestionamiento y discusión.	Básico, fundamental. Privilegia la memorización y en pocas ocasiones tendrá cabida el cuestionamiento.

Cuadro no.3 Características diferenciadoras del trabajo colaborativo y el trabajo cooperativo. Maldonado (2007)

Los cuadros mostrados anteriormente presentan claras diferencias entre el trabajo individual y colaborativo, grupal y colaborativo, colaborativo y cooperativo. De lo que podemos decir que en el trabajo individual el usuario trabaja solo, tiene metas propias y es el único responsable de la tarea a diferencia del trabajo colaborativo.

En el trabajo colaborativo la responsabilidad se comparte, no existe un líder, se divide el trabajo, se genera la discusión y el cuestionamiento, es decir, todo se realiza en conjunto.

En el caso del trabajo cooperativo, se trata de un grupo de usuarios trabajando de manera individual, debido a que se asignan tareas propias, cada uno se responsabiliza de su tarea. Al final se integran las tareas de todos y entregan el trabajo completo.

3.4 CSCW (Trabajo cooperativo apoyado por computadoras y computación social)

Como el resto de las áreas del quehacer humano, el trabajo cooperativo se ha visto beneficiado del desarrollo de las TIC, por lo que existe un término que une al trabajo cooperativo con la tecnología: CSCW (*Computer Supported Collaborative Work* o Trabajo Colaborativo Apoyado por Computadoras y Computación social). Esto nos lleva a definir lo que es *groupware*.

Para Peter (1978) el *groupware* se compone de "Procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos más herramientas de software diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo". Por su parte, Ellis et al (1991) lo definen como el trabajo de grupos de personas que se encuentran comprometidas en una meta común y que trabajan en un ambiente de trabajo compartido. Coleman (1993) contempla el aspecto humano y social, por lo que define al *groupware* como tecnología colaborativa, en la que se busca establecer una buena relación entre la tecnología y las personas que interactuar con ella, dado que esto tiene un impacto en la comunicación entre personas. Lucero (2005), menciona que en los procesos del *groupware*, el aspecto humano y social es de vital importancia, ya que para poder implementarlo es necesario convencer a las personas involucradas, de modo que el mayor reto es lograr la motivación y participación activa del recurso humano en el proceso.

De lo anterior podemos decir que *groupware* es el conjunto de tecnologías que permiten a las personas trabajar en grupos, o el proceso que se da para realizar una actividad en grupo con el apoyo de herramientas TIC. Este proceso no siempre resulta en un producto tangible, si no que se puede obtener experiencia que ayude al desarrollo personal.

Los CSCW tratan de entender la manera en que la gente trabaja en grupos, y cómo se pueden diseñar tecnologías de comunicación e información que permita y mejore el trabajo en grupo.

3.5 Espacios colaborativos interactivos

Los espacios colaborativos son una tecnología en la cual participan varias personas, buscando promover la colaboración y el aprendizaje. Estos espacios pueden ser síncronos o asíncronos, presenciales (como puede ser una mesa interactiva) o remotos (como lo permite Googledrive).

3.5.1 Tipos de espacios colaborativos

Existe una gran diversidad de espacios colaborativos utilizadas desde hace mucho tiempo; por ejemplo, una mesa dentro de un salón de clase, un laboratorio para experimentos o una sala de juntas.

Además existen espacios colaborativos basados en el uso de la tecnología, que pueden ser síncronos (al mismo tiempo) o asíncronos (cada quien participa bajo su propia agenda

de tiempo). Hay entornos de trabajo colaborativo gratuitos (Igual, 2016) menciona que la agencia FreshNetworks en marzo del mismo año da un listado de este tipo de entornos, entre los que se encuentran: Adobe Acrobat, Atlassian Confluence, Basecamp, Broadvision Clearvale, Colaab, Google Documents, Socialcast y Zoho.

Asimismo existen entornos de trabajo colaborativo comerciales, entre los que encuentran: Groove, iOffice, CollabWorx, ISEE, iMeet, Netbula, entre otros. (Cesga, 2010)

En general, todos estos espacios ofrecen la posibilidad de compartir documentos entre varios usuarios, trabajar de forma síncrona o asíncrona, utilizar foros, correo electrónico, chat, calendarios, agendas, reuniones, conferencias, etc.

3.5.2 Características de los espacios colaborativos

Gamboa, F. (2015) menciona en su trabajo

“El diseño de espacios colaborativos debe de procurar dar las condiciones que permitan que todos los participantes puedan expresarse y proponer los elementos que consideren pertinentes para la tarea que se quiere resolver, comparar estos elementos con los propuestos por sus compañeros y analizar similitudes, diferencias y desencuentros.” Con base en ello define cuatro características principales para ellos:

1. Áreas de solución compartida, hace una distinción importante en cuanto las zonas de trabajo a las que un usuario tiene acceso. En primer lugar está la pantalla de su dispositivo de trabajo (laptop, computadora de escritorio, tableta, teléfono, etc.), que consideramos como su zona privada de trabajo. Esto es, sólo él tiene acceso a ella, lo que la convierte en un espacio de trabajo íntimo el que bosquejos, ideas inacabadas, experimentos y ensayos. Pueden madurar y tomar forma antes de ser presentados a los demás compañeros. Por otra parte se tiene la zona pública y compartida, de trabajo. Esto es, un área de trabajo externa, adicional a las pantallas de los dispositivos de los participantes. Esta zona de trabajo externa se convierte en el lugar donde los diferentes aportes convergen para su discusión.
2. Control distribuido, se refiere a que todos los participantes en el ejercicio cuenten con los mecanismos que les permitan interactuar con el sistema; es decir, que todos los participantes puedan, dentro de la zona pública compartida, agregar lo que consideren pertinente y modificar lo propuesto por sus compañeros sin tener que solicitar a otro usuario que lo ejecute.

3. Interfaces omnidireccionales, en los espacios colaborativos interactivos cambia el principio con el que se diseñan los sistemas interactivos que sólo se tienen un usuario frente al sistema, ya que en los espacios colaborativos, son varias personas las que se encuentran dispuestas alrededor de un dispositivo, de forma que orientaciones básicas como arriba y abajo, izquierda y derecha, dejan de tener sentido, pues todo depende en donde se encuentre el usuario.
4. Interfaces en escala humana, se propone que las proyecciones sean a escala, que permita a todos los participantes ubicarse alrededor del espacio colaborativo de manera cómoda y como mejor sirva a la dinámica del grupo.

Con base en estas 4 características se revisarán los criterios ergonómicos sobre su uso en el contexto de sistemas multiusuario instrumentados a través de superficies interactivas.

Sumario

Como hemos podido observar, un punto inicial cuando hacemos referencia a ambientes colaborativos en el marco de las TIC es tener claras las características de la forma de trabajo individual, colaborativa y cooperativa.

Por esa razón en este capítulo se presentaron las características de las diferentes formas de trabajo y sus diferencias.

Asimismo se presentaron las características que tiene un espacio colaborativo a diferencia de uno omnidireccional.

Corresponde en el siguiente capítulo definir las Superficies Interactivas para tener completo el marco teórico.

CAPITULO 4: SUPERFICIES INTERACTIVAS

“La tecnología puede significar bienestar o malestar: depende de la prudencia del ser humano” (Dr. César Jiménez, 2007)

Capítulo 4: Superficies interactivas

Podría pensarse que las pantallas táctiles o *touch* son recientes o novedosas, pero como Fong (2011) lo indica en su trabajo, su desarrollo se remonta a mediados de los años sesenta, en un proyecto atribuido a E.A Johnson⁶ en el que una pantalla capacitiva fue propuesta para apoyar el control del tráfico aéreo. El mismo autor señala que en 1971 Sam Hurst crea el “*Elograph*” un sensor *touch* que en 1977 le permitió patentar la primer pantalla resistiva táctil⁷. Palou (2010) documenta como Hewlett Packard desarrolló en 1983 la HP-150, una computadora que incluía una pantalla táctil, misma que funcionaba con una matriz de luz infrarroja sobre una pantalla SONY de 9”, de tal manera que era posible determinar la posición X,Y de los toques hechos sobre ella. Apple es otra empresa que se interesó en el desarrollo de las pantallas táctiles, con su PDA “Newton” introducida en 1993. En esta misma década aparece la PALM, una exitosa agenda electrónica, con la cual se interactuaba gracias a su pantalla táctil sin el uso de botones físicos.

Actualmente contamos con gran variedad de superficies interactivas de múltiples tamaños y para diferentes usos. Como lo dicen Sindhu y Sneha (2010) en su trabajo:

“La idea principal detrás de la tecnología de superficies interactivas es permitir que las personas interactúan con los contenidos digitales de una manera más natural e innovadora, diferente de todas las formas tradicionales.”

4.1 Definición de superficies interactivas

Sajeev (2010) define a las superficies interactivas como una interfaz de usuario en la que elementos tradicionales de interacción (teclado y ratón) son sustituidos por una pantalla sensible al tacto (ver Imagen 4.1), capaz de reconocer uno o varios puntos de contacto del usuario con la superficie y de interpretar gestos del usuario (como el agrandar la información proyectada al separar los dedos). El mismo autor propone, como una de sus características principales su gran formato (30” o más de tamaño), así como la posibilidad de que los diversos puntos de contacto provengan de uno o varios usuarios, abriendo la

⁶ Pantallas capacitiva: tecnología que detecta pulsaciones y funcionan al deslizar el dedo sobre la pantalla, no funcionan con stylus, además de que es una tecnología cara.

⁷ Pantalla resistiva: tecnología que detecta pulsaciones y presión de los dedos, también detecta el stylus y son más baratas que las pantallas capacitivas.

posibilidad de que sea uno o varios usuarios los que interactúen con el sistema, utilizando estrategias grupales del mundo real, y cambiando la manera de usar la computadora para explorar, aprender, compartir, crear, comprar y mucho más.

Un ejemplo de estas superficies es el proyecto que en abril del 2012 Microsoft y Samsung presentaron (TICbeat, 2016): “Sur40”. En él, Samsung se encargó del hardware, mientras que Microsoft puso el sistema operativo. Esta superficie reconoce una gran cantidad de gestos y permite que la utilicen varias personas al mismo tiempo.



Imagen 4.1 Mesa interactiva SUR40. TICbeat (2016)

La mesa interactiva SUR40, utiliza retroiluminación LED y una tecnología llamada PixelSense⁸, capaz de detectar cualquier movimiento y dar indicaciones al software para que funcione. La mesa táctil no sólo reconoce una amplia gama de movimientos sino que también identifica objetos, como un teléfono móvil o una tarjeta de visita. Utiliza un CPU con Windows 7 y una pantalla de 40 pulgadas.

Benchmark Group (2016) menciona algunos de otros usos de esta tecnología. Por ejemplo, en el sector turismo puede usarse en una agencia de viajes para permitirle al cliente consultar las ofertas de manera detallada e interactiva (videos, diapositivas, visitas virtuales, ambiente y sonidos envolventes), para que se sienta sumergido en su viaje.

En el sector inmobiliario puede volverse muy útil para el profesional ya que le sirve para realizar demostraciones en 3D para ilustrar el proyecto de compra, también pueden dar

⁸ Pixelsense: es un producto de Microsoft que permite al usuario manejar contenidos digitales con movimientos de las manos u objetos.

la oportunidad de visitar la casa, habitación por habitación, hacer un zoom sobre las fotos, por mencionar algunos.

En los restaurantes puede permitir consultar los menús, las imágenes de los platos y las características de los productos (precio, procedencia, ingredientes) y sobre todo ordenar desde la mesa.



Imagen 4.2 Piso interactivo SUR40. GESTIK (2014)

Actualmente se siguen desarrollando superficies interactivas que puedan apoyar a los usuarios en sus diferentes ámbitos de trabajo, estudio, entretenimiento, etc. Por ejemplo, el **Piso interactivo**, que es una superficie que ofrece una forma atractiva de interacción con un mensaje, mientras el usuario se encuentra en tránsito.

4.2 Características de las superficies interactivas

Como ya mencionamos brevemente en la introducción de este capítulo, las superficies interactivas introducen dos novedosos elementos de interacción a la interfaces de usuario: su capacidad de procesar más de un punto de toque (y por lo tanto de interacción) y la posibilidad de reconocer gestos a partir de estos múltiples puntos. En ese sentido, en este trabajo coincidimos con Sajeev (2010), quien menciona las siguientes características básicas en una superficie interactiva:

- 1) Interacción multitoque: a diferencia de una interfaz de usuario tradicional, que únicamente detecta un punto de interacción determinado por la posición del ratón, las superficies interactivas abren la posibilidad a que el usuarios toque varios puntos al mismo tiempo y la aplicación reaccione a esto. Ver imagen 4.2.



Imagen 4.3 Multitouch Cell MT550W7. Engadget (2016)

Este tipo de superficie multitoque plana de 55 pulgadas y una computadora, está pensada para ser instalada en espacios públicos como locales comerciales, museos y exposiciones.

- 2) Interfaz de usuario táctil: este tipo de superficie tiene como objetivo proporcionar de manera física acceso a la información digital, por ejemplo: Se puede dibujar sobre la superficie con un pincel físico. Ver imagen 4.3



Imagen 4.4 Apple pencil. ADSLZONE (2015)

El Apple pencil necesita una superficie interactiva como lo es el ipad pro ya sea de 12.9 pulgadas o de 9.7 pulgadas la cual permite hacer dibujos o escribir con el Apple pencil.

- 3) Interfaz multiusuario: la forma horizontal permite los usuarios ubicarse alrededor de la interfaz para interactuar de manera más fácil, este tipo de interfaz proporciona la posibilidad de colaboración cara a cara. Ver imagen 4.2



Imagen 4.5 Superficie cara a cara. Microsoft (2011)

Este tipo de superficie multitoque plana de 30 pulgadas o más y una computadora.

- 4) Los usuarios pueden colocar objetos físicos en la superficie para obtener diferentes tipos de respuestas digitales. Estos objetos se identifican por sus formas o etiquetas ID. La superficie sirve como mediador entre dispositivos (por ejemplo el intercambio de datos entre cámara digital y teléfonos móviles). Ver imagen 4.5

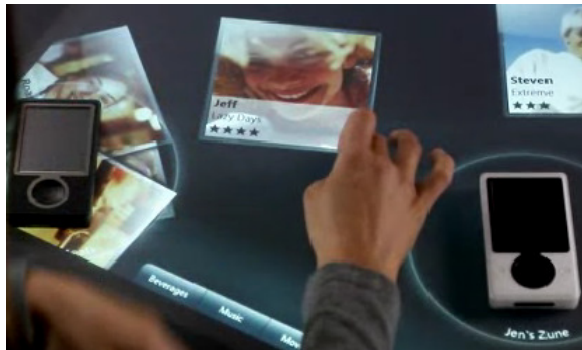


Imagen 4.6 Dispositivo en superficie. Microsoft (2007)

Este tipo de superficie multitoque plana de 30 pulgadas o más y una computadora.

- 5) **Reconocimiento de objetos:** La superficie cuenta con la capacidad de reconocer físicamente objetos que tienen etiquetas de identificación similares a códigos de barras. Por ejemplo si se coloca una copa de vino en la superficie de una mesa, un restaurante podría proporcionar con información sobre el vino que está ordenando, imágenes de la viña se llegó desde y combinaciones de comida sugeridas adaptados al menú de esa noche. Ver imagen 4.6



Imagen 4.7 Objeto en superficie. RTO (2007)

A continuación se habla de las diferentes tecnologías que se han propuesto en el desarrollo de las superficies interactivas.

4.3 Tecnologías utilizadas en las superficies interactivas

Nagarkar (2012) menciona las tecnologías que son utilizadas en superficie interactiva son: Sistema de proyección, sistema de detección multitoque y una CPU.

Sistema de proyección: Dependiendo del tamaño de la superficie deseada, puede usarse una pantalla LCD plana en cualquiera de los diferentes formatos y tamaños que se encuentran en el mercado, o un proyector. Existe una amplia gama de proyectores DLP, incluyendo, LCD y LED. También se utilizan técnicas de proyección frontal y posterior, con la ventaja de que se puede proyectar sobre cualquier superficie arbitraria.

Sistema de sensado: Existen diferentes técnicas de sensado en las superficies interactivas. Martínez y Quintanilla en su trabajo del 2015 mencionan las siguientes:

Infrarrojo, Resistiva, Onda acústica superficial, Capacitiva, Galgas extensiométricas, señal dispersiva, pulso acústico y Ópticos. A continuación se explican brevemente con base en Martínez y Quintanilla (2015).

Infrarrojos o termográficas: está formado por un arreglo de emisores y receptores infrarrojos colocados de manera horizontal y vertical. Cada receptor tiene en el lado opuesto un emisor, de manera que al tocar con un objeto la pantalla se interrumpe un haz infrarrojo vertical y otro horizontal.

Resistivas: Se compone de diversas capas. Dos de estas capas poseen finas capas de material conductor y se encuentran separadas por un espacio mínimo. De tal manera que cuando algún objeto toque la superficie de la capa, las dos capas conductoras entran en contacto en un punto determinado y esto genera un cambio en la corriente eléctrica que permite a un controlador calcular la posición del punto en el que se ha tocado la pantalla midiendo la resistencia. En algunas pantallas resistivas se puede medir la presión que se ejerce en ella.

Onda acústica superficial: La tecnología SAW (Surface Acoustic Wave), utiliza ondas ultrasónicas que se transmiten sobre la pantalla tangible. Cuando la se toca la pantalla, se absorbe una parte de ella.

Capacitiva: Este tipo de pantallas cuentan con un panel de vidrio recubierto con una capa de material conductor transparente, lo que permite tener una capacitancia en la pantalla. Se detectan la coordenada de toque gracias a los sensores ubicados en cada esquina de la pantalla y se envía la información para su procesamiento.

Galgas extensiométricas: Estas pantallas poseen una estructura elástica que se usa para determinar la posición en que ha sido tocada la pantalla a partir de las deformaciones producidas en la misma. Esta tecnología también obtiene la profundidad y presión sobre el eje en la que se toca.

Señal dispersiva: Usa sensores que permiten medir la energía mecánica del cristal de la superficie. Además cuenta con un procesador que manipula los algoritmos e interpreta las señales de los sensores para obtener la información del punto exacto en el que ha sido tocada la pantalla.

Pulso Acústico: Se utilizan cuatro transductores piezoeléctricos uno para cada lado pantalla, de manera que convierte la energía mecánica del contacto en una señal electrónica. Esta señal posteriormente se convierte en una onda de sonido, la cual es comparada con el perfil de sonido preexistente para cada posición en la superficie.

Ópticos: Estas técnicas utilizan sensores ópticos, entre los que se encuentran: reflexión interna total frustrada (FTIR), iluminación difusa (DI), plano de luz láser (LLP), plano de luz LED (LED-LP) y finalmente la superficie de iluminación difusa (DSI).

CPU: Unidad de procesamiento central, es el elemento más importante de una computadora, se compone de 2 elementos: ALU conocida como la unidad lógica aritmética y el CU que es la unidad encargada de recuperar las instrucciones de la memoria para descifrarlas y ejecutarlas.

4.3.1 Herramienta TUIO

Hasta ahora solo se ha explicado las tecnologías utilizadas en las superficies interactivas, pero eso no basta. Se necesitan además un conjunto de aplicaciones y herramientas que interpreten y envíen toda la información generada sobre la superficie. Para esto existen varias herramientas encargadas del seguimiento o *trackeo*⁹ tanto de los dedos como de los fiduciaros. A continuación se mencionan algunas de ellas: TUIO (2016).

- **ReacTIVision:** es un marco de visión por computadora para el seguimiento de objetos y multi-touch básico. Fue diseñado principalmente como una herramienta para desarrollar superficies multipunto.
- **Comunidad visión de la base:** es un programa de seguimiento multi-táctil basada openframeworks (anteriormente conocido como tbeta)
- **Movid:** es un demonio de seguimiento multiplataforma que tiene como principales características poder ejecutarse como un servicio.
- **TuioKinect:** rastreador de gesto de mano para Kinect
- **KinectTouch:** cualquier zona se convierte en un touchpad TUIO usando Kinect
- **xTouch:** un rastreador multi-toque para Mac OS X
- **BBTouch:** un marco de aplicación multi-touch para Mac OS X
- **Ortholumen:** rastreador de pluma ligera
- **Bambú-TUIO:** TUIO para Wacom Bamboo pluma y tabletas táctiles
- **TuioPad:** TUIO de código abierto para dispositivos iOS
- **TUIOdroid:** TUIO de código abierto para dispositivos Android

⁹ Trackeo: Traquear consiste en seguir a lo largo de un clip de video un determinado elemento.

A continuación se explica el protocolo TUIO.

4.4 Protocolo TUIO

Las herramientas mencionadas en la sección anterior tienen la función de capturar las imágenes captadas por la cámara de video, analizarlas y obtener información que será utilizada dentro de las aplicaciones Multitouch, como lo son posición de los dedos, tamaño de los "blobs" detectados, etc. Estas herramientas transmiten dicha información mediante un protocolo llamado TUIO.

TUIO (2014) define a TUIO como un framework abierto que define un protocolo común y un API para superficies Multitouch. El protocolo TUIO permite la transmisión de una descripción abstracta de las superficies interactivas, incluyendo los eventos multipunto y el estado de los objetos tangibles sobre la superficie. Este protocolo codifica la información generada por una aplicación de seguimiento de dedos y envía dicha información a cualquier aplicación capaz de decodificarla.

TUIO está basado en Open Sound Control (OSC), protocolo diseñado para la comunicación entre computadoras, sintetizadores de sonido y otros dispositivos multimedia, por lo cual puede ser fácilmente implementado en cualquier plataforma que soporte OSC.

4.4.1 Frameworks TUIO

En la actualidad se han desarrollado diversos frameworks¹⁰ que facilitan la elaboración de aplicaciones para las superficies Multitouch. Dichos frameworks ya incluyen algunas funcionalidades como crear objetos dentro de las aplicaciones (imágenes, figuras, entre otros) y asociarles un comportamiento en específico dependiendo del evento TUIO que se detecte dentro del mismo.

Entre estos frameworks se encuentran: Sánchez, O. (2011).

MT4j. Framework hecho sobre Java para multitoque.

PyMT. Módulo de Python para desarrollo de aplicaciones multitoque.

¹⁰ Frameworks: En el desarrollo de software, un framework o infraestructura digital, es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software.

Grafiti. Infraestructura para reconocimiento de gestos en interfaz multitoque
TangibleFramework. Desarrollado sobre C++ para desarrollo de superficies multitoque

uniTUIO y uniducial. Soporte multitoque y de fiduciaros para el motor de juegos Unity3D.

Miria. Para desarrollar superficies multitoque en Microsoft Silverlight.

A lo largo del capítulo se presentaron algunas de las herramientas que permiten crear superficies interactivas multitoque en diferentes sistemas operativos.

Actualmente el uso de las SI es cada vez más común sobre todo en espacios amplios y en donde se busca el desarrollo de actividades colaborativas, sin embargo su costo es todavía alto por lo que su uso en casas particulares llevará todavía tiempo.

Sumario

En este capítulo se definió qué son las superficies interactivas, se presentaron sus características y se mostraron varios tipos de superficies. Además de se presentaron tecnologías utilizadas en las superficies interactivas, la herramienta TUIO, el protocolo TUIO, la estructura del cliente TUIO y algunos de sus frameworks más utilizados.

Es importante mencionar que actualmente son varias las empresas que desarrollan este tipo de tecnología: Promethean, Epson, Microsoft, Samsung, Displaying, Interactive Dynamics y Ludique, entre otras.

Por nuestra parte, nuestro interés en ellas para esta investigación se genera a partir de su capacidad para procesar interacciones multiusuario y, por esa vía, generar un espacio en el que se apoye y promueva la discusión entre los miembros de un equipo, utilizando para ello los medios tecnológicos, fomentando la participación, permitiendo la experimentación, el análisis y liberar a los usuarios de procedimientos de uso complejo. En el siguiente apartado se presenta el caso de estudio de la presente investigación.

CAPITULO 5: CASO DE ESTUDIO

“Todas las ciencias abstractas no son sino el estudio de las relaciones entre los signos.”

Denis Diderot

Capítulo 5: Caso de estudio

5.1. Caso de estudio

Para la selección de criterios se evaluó la SI “Laboratorio musical” usando dos técnicas: evaluación con usuarios y evaluación con expertos.

Se organizaron sesiones mixtas con usuarios y expertos. Se formaron grupos de 3 o 4 usuarios para solicitarles que realizaran tareas específicas en la SI, en cuanto a la labor del experto, consistió en observar el comportamiento de los usuarios. La forma en cómo se realiza la prueba con expertos y con usuarios se explica en el apartado 5.5.

Muestra

La muestra de usuarios se tomó a partir de dos categorías: Alumnos de 7 a 12 años y de “expertos”. Los primeros son estudiantes de las escuelas como las siguientes: Colegio de Santo Domingo, Colegio “José María Luis Mora” y del colegio Héroes de la Libertad, todas ubicadas en Coyoacán, Ciudad de México. Los grupos de usuarios se formaron de acuerdo a la edad, por ejemplo los que tenían de 7 a 9 años en un grupo, y los de 10 a 12 años en otro grupo.

Los expertos eran alumnos de clases de Diseño de Interfaces de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Los alumnos al tomar dicha materia obtienen conocimientos sobre el proceso de diseño de interfaces, conocen patrones de diseño para evaluar interfaces con y sin usuarios y participan en pruebas de usabilidad entre otras cosas.

Experimento

En investigaciones como la que se realiza en este trabajo, se hace énfasis en la metodología sociológica, sin olvidar que decir ciencia implica metodología¹¹. Hago referencia a esta metodología como integrante de la ciencia moderna porque en primer lugar se trata de entender de una manera sistemática los fenómenos estudiados y la segunda consiste en la preocupación por examinar y comprobar las teorías e hipótesis.

El discurso sociológico para José Antonio Alonso, abarca formas de debate más generalizadas que las discusiones científicas ordinarias. Mientras que éstas se apoyan en evidencias empíricas específicas y en la lógica inductiva – deductiva, el discurso de las ciencias sociales se centra en el proceso de razonamiento más que en los resultados

¹¹ José Antonio Alonso (2002) hace mención de esto, al plantear en los investigadores latinoamericanos, el afán por construir una auténtica ciencia social.

de la experiencia inmediata. De ahí que el diseño de la investigación de referencia se apoye en estos principios por considerarlo el más adecuado para su estudio.

Consciente de la importancia de este trabajo de investigación y después de haber estudiado diferentes formas y tipos de investigación consideré pertinente a la **Investigación aplicada** porque confronta a la teoría con la realidad y porque es el estudio y aplicación de la investigación a problemas específicos, en circunstancia y características concretas. Además se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías. Por tal motivo nos resolvimos aplicar el **diseño experimental**.

Para Tamayo y Tamayo (2001), a la investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica y se encuentra ligada de alguna manera a la investigación pura ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. La investigación experimental se da a partir de una variable experimental no comprobada, en condiciones controladas. Para el caso de esta investigación los sujetos no fueron observados en su realidad, si no que fueron citados en un laboratorio de usabilidad para realizar las pruebas, haciendo que el experimento fuera manejado como una situación provocada para introducir variables de estudio que me permitieran controlarlo.

Un diseño experimental según Pick y López (2000) “es aquel en el que se introduce un tratamiento experimental como puede ser un curso, una película, terapias o pláticas y se mide el efecto de ésta variable sobre la variable dependiente” Sin embargo considerando que una variable es todo aquello que vamos a medir, controlar y estudiar; en la investigación que se realiza al estar referida a una cuestión sociológica no se han planteado variables sino supuestos de investigación.

Según (Babbie, 1979) citado p.107 del libro Metodología de la Investigación de Hernández, S. (1998), un “experimento” implica dos cosas, tomar una acción y después observar las consecuencias.

Campbell y Stanley (1996) citado p.107 por Hernández Sampieri (2004), la investigación experimental puede dividirse en tres categorías: preexperimentos, experimentos “puros” y cuasiexperimentos. Hernández Sampieri (2004) los define de la siguiente manera:

Los preexperimentos se llaman así, porque su grado de control es mínimo. En este tipo de experimentos no hay una referencia previa de cuál era, antes del estímulo, el nivel que tenía el grupo en la variable dependiente, ni grupo de comparación. En nuestro estudio hay una comparación entre grupos, por lo que no se trata de un preexperimento.

En un cuasi experimento no hay emparejamiento o se usan grupos intactos, es decir los grupos se formaron de manera independiente, sin tomar en cuenta el experimento. El caso de estudio de esta investigación no es un cuasi experimento, debido a que los grupos se formaron de acuerdo a sus edades y fueron formados en el momento mismo en que se realizaron las pruebas de usabilidad.

Los experimentos “puros” manipulan variables independientes para ver sus efectos sobre variables dependientes en una situación de control y que este tipo de experimentos tienen tres requisitos: manipulación intencional de una o más variables independientes, medir en efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente y por último validez interna de la situación experimental, la cual necesita varios grupos de comparación y la equivalencia de los grupos en todo. En el experimento de la investigación los grupos se formaron por edades, sin embargo no eran equivalentes en todo, por lo que el experimento que se realizó no es un experimento puro.

Por su parte Álvarez et al. (2006), mencionan que el diseño de experimentos se realiza con la intención de obtener información pertinente que pueda utilizarse como evidencia. Citan a Montgomery (2003) quién propone una serie de experimentos, como por ejemplo:

- Experimentos comparativos simples: consisten en comparar los efectos producidos por un tratamiento aplicado a un grupo experimental con relación a una muestra que no recibe ese tratamiento.
- Experimentos con un solo factor: son similares a los experimentos comparativos simples pero se consideran diferentes niveles de tratamiento.
- Experimentos con diseño de bloque aleatorizados. Se usan cuando las variables extrañas son conocidas y controlables

De acuerdo a lo anterior, puedo decir que el caso de estudio “Laboratorio Musical” es un **experimento comparativo simple**, ya que se comparan los efectos producidos en grupos piloto y grupos experimentales.

5.2 Aplicación colaborativa “Laboratorio Musical”

El laboratorio musical interactivo es un espacio que permite a los visitantes tener una experiencia colaborativa a través de la formación de un grupo o ensamble musical. Los integrantes tendrán la posibilidad de grabar un tema musical de dos minutos de duración.

Los aspectos técnicos de la superficie interactiva Laboratorio Musical se muestran en el Anexo 1.

La aplicación utilizada para las pruebas de usabilidad realizadas en esta investigación fue solicitada por el Museo “La rodadora” y desarrollada por el grupo ESIE¹² del CCADET-UNAM, La rodadora es un museo interactivo ubicado en Ciudad Juárez, Chihuahua. Los temas principales que se aborda son:

- a. Entorno Natural: presenta las características geológicas, climáticas y la biodiversidad de la región.
- b. Entorno Social: presenta la vida social de Ciudad Juárez además de fomentar la expresión y reflexión que promueve la cooperación, la participación y la confianza de la comunidad.

La aplicación “Laboratorio Musical” pertenece al tema de entorno social y se seleccionó como caso de estudio por las siguientes razones:

- 1.- Es un espacio colaborativo síncrono omnidireccional; es decir, el área de interacción es compartida y los usuarios se colocan alrededor del dispositivo.
- 2.- La aplicación cuenta con control distribuido, ya que los participantes pueden interactuar con el sistema gracias a que cada uno puede interactuar con una de las cuatro guitarras o con la consola.
- 3.- Hay una práctica individual y en conjunto, individual con las guitarras y la consola y en conjunto con el ensamble musical que se genera a partir de las ejecuciones individuales.
- 4.- No existe liderazgo ni hay un coordinador que tome decisiones, si no que los usuarios van tomando la decisión de que tocar con respecto a lo que escuchan de sus otros compañeros
- 5.- La actividad requiere un trabajo conjunto.
- 6.- La responsabilidad es individual y compartida
- 7.- Propicia la generación de un ensamble musical.
- 8.- Los miembros del grupo ven reflejada su propia identidad en los sonidos que generan con el instrumento que están usando.

¹² ESIE : Grupo Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación, CCADET UNAM

Descripción de la tarea colaborativa en la SI “Laboratorio Musical”

El desafío que se presenta en el caso de estudio “Laboratorio Musical”, consiste en que la colaboración que se dé entre los usuarios este acorde al género seleccionado y que la participación de todos sea congruente con el resto de las intervenciones. El desarrollo de estas habilidades requiere práctica individual y en conjunto; misma que según Maldonado (2007) es una característica del trabajo colaborativo.

Se muestra a continuación una parte del artículo presentado por De la Cruz, G. Castañeda, R., Eslava, A., Gamboa, F., Ramírez, J. (2013) titulado “Apoyo al desarrollo de habilidades rítmicas de los niños a través del uso de un espacio interactivo” me ha permitido apoyar la tarea de trabajo colaborativo en la investigación que se realiza.

“ensamble musical se refiere a un grupo de músicos tocando simultáneamente una pieza musical. Comúnmente se le denomina "banda", un "grupo", una "orquesta", un "conjunto". Desde el punto de vista "pedagógico", el trabajo de ensamble está asociado a aprender a tocar junto con otros músicos, desarrollando la capacidad de "oír", comprender los diferentes códigos establecidos, poder seguir las indicaciones del director del ensamble y demás.” De la Cruz et al. (2013)

En el mismo artículo se menciona que los ensambles musicales pueden o no tener una persona que los dirija. Cuando no existe una persona, habitualmente los códigos y pasos a seguir son dados por un proceso de "imitación básica" partiendo del principio de que la mayoría de los grupos siguen, por lo menos inicialmente, un determinado estilo en particular. Entonces, intentando "imitar" la sonoridad que escuchan, se va perfeccionando el resultado para "sonar" lo mejor posible. Bajo esta idea se desarrolla un estilo y bajo el punto de vista del director, se espera que este tipo de trabajo agilice el aprendizaje de los estudiantes. Asimismo la sincronización de las ejecuciones individuales se hace de forma automática para que sean congruentes musicalmente entre sí.

En el caso de estudio “Laboratorio musical”, se provee de un sonido base para que los usuarios imiten esa sonoridad y se propicie el aprendizaje de forma colaborativa. La tarea consiste en guiar a los participantes de forma grupal a través de una melodía base y con información visual en el espacio interactivo, así como sincronizar de forma automática las ejecuciones individuales para que sean congruentes musicalmente entre sí, de esta manera se propicia que el ambiente sea colaborativo. Ya que como menciona Benavides,

C. (2014) en el trabajo colaborativo se debe tener una meta en común. En nuestro caso de estudio, la meta en común es el ensamble de musical de los sonidos, a partir de los sonidos que genera cada usuario con su instrumento.

Objetivo general del proyecto “Laboratorio Musical”

Proporcionar un espacio colaborativo para permitir a niños de siete años en adelante participar en un ensamble musical y simular experiencias básicas de una sesión de grabación usando guitarras eléctricas y una consola de efectos sonoros.

Objetivos particulares del proyecto “Laboratorio Musical”

- Desarrollar un espacio interactivo y colaborativo para simular experiencias básicas de un ensamble musical.
- Crear un espacio de experimentación lúdica musical para obtener una sesión de grabación de un tema musical

La aplicación “Laboratorio Musical”, en la cual se ubicará la superficie interactiva tiene forma cilíndrica con 3 metros de diámetro. El laboratorio ofrece la posibilidad de que un usuario pueda asignar y escuchar el sonido a reproducir en el instrumento seleccionado antes de iniciar la sesión de grabación.

5.3. Problemas ligados al diseño de la superficie interactiva

A continuación se describe el proceso que se realizó para poder contar con una superficie interactiva que permitiera llevar a cabo las pruebas de usabilidad con usuarios y así validar las hipótesis de la presente investigación. Es necesario decir que durante el proceso del diseño de la superficie interactiva se presentaron diferentes problemas, mismos que se explican a continuación.

Uso de proyector fijo a la parte inferior de la mesa

Al inicio de la investigación se seleccionó una superficie interactiva de forma circular. Esta superficie permitía a los usuarios situarse alrededor de ella y trabajar con una interfaz que era proyectada desde un proyector situado abajo de la mesa. Sin embargo, ocurrió que si algún usuario se recargaba en la mesa, el proyector se movía y se descalibraba la proyección, teniendo que ajustarlo nuevamente. La solución que se encontró fue fijarlo firmemente a la mesa.

Calibración de láseres

Posteriormente, en esta misma superficie interactiva circular se presentó otro problema: la tecnología utilizada para la detección de los dedos (un plano de iluminación con láser infrarojo), no era robusta a la luz solar. Esto provocaba que ante cambios en la intensidad de la luz solar, era necesario recalibrar la superficie de manera permanente. Esto volvió inoperante la propuesta, por lo que se buscó otro tipo de superficie que no usará láseres y en donde el proyector en caso de necesitarlo no se moviera al momento de que los usuarios interactuarán con la superficie.



Figura 5.1: Mesa circular, con proyector y láser. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2010.



Figura 5.2: Sesión de pruebas en un ambiente iluminado. (Sánchez, O., 2011)



Figura 5.3: Manipulación de los objetos regla dentro de la superficie circular. (Sánchez, O., 2011)

Brillo de la pantalla

El tercer problema que se presentó fue el brillo del cristal de la superficie, que impedía distinguir con claridad los objetos proyectados, por lo que se agregó una capa de papel translúcido que lo disminuyera.

Los tres problemas se solucionaron al pasar a una solución basada en el uso de una pantalla plana con sensores infrarojos en la que, entre otras cosas, era posible controlar el brillo de la proyección.

Todos estos problemas fueron insumo para esta investigación, al momento de cotejarlos y analizar los criterios ergonómicos, en la medida que nos permitieron reflexionar si pudieron ser evitados desde un inicio, si se se hubiera contado con los criterios adecuados.

5.4. Actividades en la SI “Laboratorio Musical”

Al ingresar al laboratorio musical el visitante encontrará 4 guitarras y una consola de DJ¹³ que podrá utilizar para participar en la sesión de grabación. Las 4 guitarras tendrán la opción de seleccionar alguno de los componentes básicos de un ensamble musical: el rítmico, el melódico y el de armónico, y el DJ podría fungir el rol de ordenador musical. (Situación que apoya la metodología cualitativa).

¹³ DJ: Un disc jockey (abreviado DJ) es una persona que selecciona y mezcla música grabada propia o de otros compositores y o artistas para audiencias o fiestas.

Las actividades en el laboratorio se realizan de la siguiente manera:

1. Los niños entran a la instalación donde están marcadas 5 lugares para participar en la sesión (ver figuras 5.4 y 5.5)

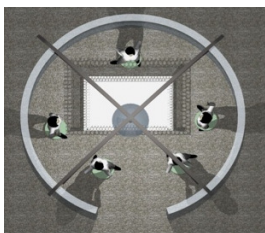


Figura 5.4 Vista superior con la asignación de lugares. (ESIE, 2012)

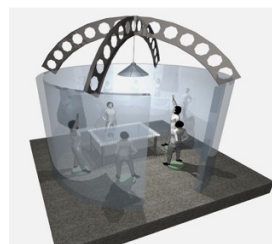


Figura 5.5 Asignación de lugares y ubicación de la superficie interactiva. (ESIE, 2012)

2. El guía prepara la sesión, el interactivo inicia con el mensaje auditivo de bienvenida (Ver figura 5.6).

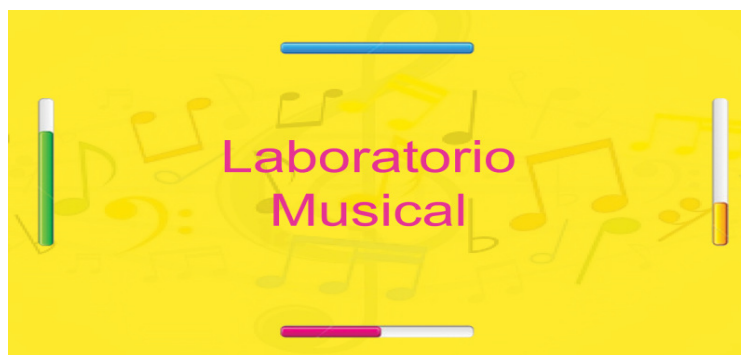


Figura 5.6 Interfaz de bienvenida e inicio de la aplicación, prototipo A. (ESIE, 2012)

3. En la mesa interactiva se muestran tres géneros disponibles. Al seleccionar uno se reproduce una secuencia de 4 segundos para ejemplificar cómo suena la sesión. En el centro se muestra el tiempo que resta para elegir el género, si no se elige alguno en un tiempo máximo de 20 segundos, el sistema elige uno de forma aleatoria. La temperatura de color de la iluminación se activa dependiendo del género musical (Ver figura 5.7).



Figura 5.7 Interfaz de selección de género, prototipo A. (ESIE, 2012)

4. Una vez elegido el género se muestra una consola de mezclado y cuatro áreas para elegir el sonido de cada una de las guitarras. Tres o cuatro niños toman las guitarras y uno más usa la consola de DJ. La consola controla tres efectos (*flanger*, *delay* y reverberación) con tres potenciómetros deslizables, además de contar con una matriz de 16 sonidos de ornato (*sampler*) (Ver representación esquemática en la figura 5.8).

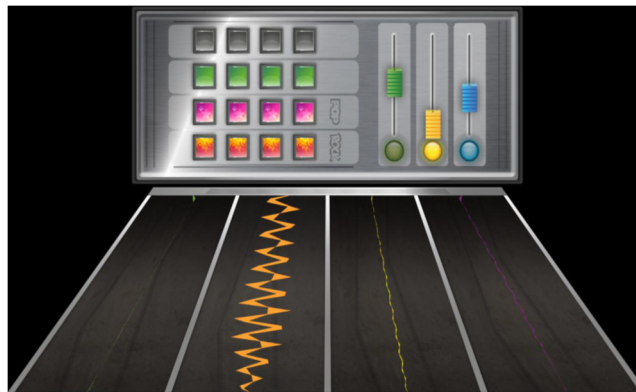


Figura 5.8 Interfaz de pruebas, prototipo A. (ESIE, 2012)

5. Los niños tienen 30 segundos para probar sus instrumentos. Las guitarras se prueban apretando los botones y el tañedor. El DJ se prueba moviendo los potenciómetros y presionando los botones de efectos.

6. Cuando el tiempo de prueba se termina, se escucha un mensaje que indica que la grabación va a comenzar.
7. El sistema muestra, en el caso de las guitarras, una línea que se mueve de acuerdo a los movimientos que el usuario hace en la guitarra. Los efectos producidos por el DJ afectarán a toda la ejecución.
8. La sesión dura dos minutos, se apagan las luces y la composición se reproduce mientras los usuarios salen con sonidos de ambiente tipo vitoreó y aplausos

5.5 Diseño de la prueba

5.5.1 Prueba con usuarios

Para la evaluación de “Laboratorio musical” participaron 21 usuarios divididos en 7 grupos de usuarios, los cuales fueron organizados en 4 grupos de tres niños cada uno, los niños tenían entre 7 a 12 años.

Adicionalmente se consideró importante observar niños de seis y siete años para observar su comportamiento, organizando tres sesiones más con ellos, en cada una de estas sesiones participaron 3 niños.

Los resultados que se presentan en las tablas azules fueron obtenidos en pruebas que realizó ESIE¹⁴ por ser el contacto con la empresa Siete Colores y a partir de esos resultados se generaron las observaciones para cada tabla.

En cada sesión se grabó la interacción, reacciones y comentarios de los usuarios. Las grabaciones permitieron al grupo ESIE complementar la información que obtuvieron de los cuestionarios, y de esta manera obtener datos concretos sobre los problemas de usabilidad y de interacción que se presentaron.

Para las pruebas con usuarios se generó un protocolo de bienvenida y 3 instrumentos: cuestionario de perfil de usuario, cuestionario de tareas, cuestionario de salida.

¹⁴ Es el Grupo de Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación (ESIE), que forma parte de CCADET UNAM

El **protocolo de bienvenida** se usa para que una persona denominada como “monitor” se presente con ellos, se explica a los usuarios para que se les cito y les describe lo que pasará en la sesión. (Ver Anexo 2)

El **cuestionario de perfil** constó de 6 preguntas y se diseñó para verificar que los usuarios que participaran en la prueba eran usuarios tipo, por lo que se incluyeron los siguientes datos: Edad, Grado escolar, Si visita museos, Experiencia en tecnología. (Ver Anexo 2)

El **cuestionario de tareas** estaba formado por 11 preguntas y se diseñó para hacer que todos los usuarios participaran en la actividad colaborativa, por lo que se generaron tareas como: (ver Anexo 2)

El **cuestionario de salida** estuvo constituido por 7 preguntas y se diseñó para obtener la opinión del usuario después de haber utilizado la aplicación. Esta información es muy útil para tomar en cuenta las sugerencias del usuario en versiones posteriores de la aplicación: (ver Anexo 2)

5.5.2 Prueba con expertos

Para la prueba con expertos se diseñó un instrumento formado por 6 preguntas. La intención de este instrumento era complementar y verificar las respuestas obtenidas de las pruebas con usuarios. (Ver Anexo 2)

Participaron 7 expertos uno para cada evaluación de grupo de usuarios, cada experto realizó su prueba de forma independiente en cada sesión.

5.6 Resultados de pruebas

5.6.1 Resultados de pruebas con usuarios

1.- Actividad solicitada al usuario: Nos pueden decir que ven en esta pantalla.

Los usuarios identificarán de manera correcta cada uno de los elementos que están en la pantalla, tiempo máximo para la tarea 50 segundos.

Deben identificarse correctamente:

a) Áreas de género rock, pop y música regional.

b) Botón de iniciar la aplicación.

Tabla 1. Áreas de géneros musicales, prototipo A

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1			X	No contestaron concretamente lo que se les preguntaba.
2	X			Identificaron las áreas de géneros.
3	X			Identificaron las áreas de géneros.
4	X			Identificaron las áreas de géneros.
5		X		Al principio no identificaron las áreas de géneros musicales, con ayuda de la monitor lograron ubicarlos. No identificaron el botón para iniciar sesión.
6	X			Identificaron las áreas de géneros.
7	X			Identificaron todos los elementos.

Observaciones:

Las áreas de selección de género de Rock, Pop y Música regional, fueron identificadas por cinco grupos de usuarios, en el primer prototipo.

Por lo tanto se propone mejorar el estilo gráfico de las áreas de géneros en un segundo prototipo para incentivar y ayudar a los usuarios a seleccionar el género solicitado.

Tabla 2. Botón de iniciar sesión, prototipo A

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1			X	No contestaron concretamente lo que se les preguntaba.
2		X		No identificaron el botón para iniciar sesión.
3		X		No identificaron el botón para iniciar sesión.
4		X		No identificaron el botón para iniciar sesión.
5		X		No identificaron el botón para iniciar sesión.
6	X			Identificaron rápidamente todos los elementos.
7	X			Identificaron todos los elementos.

Observaciones:

Con respecto al botón de iniciar aplicación no fue identificado por la mayoría de los usuarios, el problema principal es que este elemento no es reconocido inmediatamente como un elemento interactivo, se propone mejorar su estilo gráfico para que los usuarios puedan identificarlo.

2. Actividad solicitada al usuario: ¿Para qué creen que sirven los elementos de la pantalla?

Los usuarios identificarán los elementos como áreas que le permiten interactuar con la aplicación, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.

Tabla 3. Áreas de elección de género musical, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Si identificaron que servían para seleccionar algo.
2		X	No identificaron que las áreas les permitirían hacer algo.
3	X		Si identificaron que servían para seleccionar algo.
4	X		Si identificaron que servían para seleccionar algo.
5		X	Si identificaron que servían para seleccionar algo.
6	X		Si identificaron que servían para seleccionar algo.
7	X		No identificaron que las áreas les permitirían hacer algo.

Observaciones:

La mayoría de los usuarios identificaron en el tiempo indicado que las áreas de selección de género de Rock, Pop y Música regional, les permitirían elegir el género musical, se propone trabajar en el estilo gráfico de los elementos que indican el género musical para que lo identifiquen más fácilmente.

3. Actividad solicitada al usuario: Pueden escoger Pop.

Los usuarios pueden escoger el género Pop, tiempo máximo para la tarea 15 segundos.

Tabla 4. Elección del género Pop, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Realizaron la actividad.
2	X		Realizaron la actividad.
3	X		Se les mostro antes, que tenían que tocar la pantalla.
4		X	Cuando se les indica que seleccionen pop, se les tiene que decir cómo hacerlo.
5	X		Se les mostro ante que tenían que tocar la pantalla
6	X		Lo hicieron rápidamente.
7	X		Realizaron la actividad.

Observaciones:

La mayoría de los usuarios seleccionaron el género Pop en menos del tiempo indicado. Sin embargo a dos grupos de usuarios se les tuvo que indicar que tenían que tocar la pantalla para poder realizar la actividad.

4. Actividad solicitada al usuario: Su grupo va a tocar Rock, pueden escogerlo.

Los usuarios presionaran el género Rock, tiempo máximo para la tarea 15 segundos.

Tabla 5. Elección del género Rock, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Realizaron la actividad.
2	X		Realizaron la actividad.
3	X		Realizaron la actividad.
4	X		Realizaron la actividad.
5	X		Realizaron la actividad.
6	X		Realizaron la actividad.
7	X		Realizaron la actividad.

Observaciones:

Todos los usuarios seleccionaron el género Rock en menos del tiempo indicado. Por lo que este elemento no necesita ser modificado.

5. Actividad solicitada al usuario: Nos pueden decir que ven en esta pantalla.

Los usuarios identifican de manera correcta cada uno de los elementos que están en la pantalla, tiempo máximo para la tarea 50 segundos.

Deben identificarse correctamente:

- a) Áreas elección de guitarras
- b) Área de consola.

Tabla 6. Áreas elección de guitarras, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Si identificaron las guitarras.
2	X		Si identificaron las guitarras.
3	X		Si identificaron las guitarras.
4	X		Si identificaron las guitarras.
5	X		Si identificaron las guitarras.
6	X		Si identificaron las guitarras.
7	X		Si identificaron las guitarras.

Tabla 7. Áreas de consola, prototipo A

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1		X		No sabían bien para qué era la consola.
2		X		No tienen muy claro qué es la consola.
3			X	No hacen ningún comentario.
4		X		No saben qué es la consola.
5			X	No hacen ningún comentario.
6	X			Muy rápido.
7			X	No hacen ningún comentario.

Observaciones:

Los usuarios pudieron distinguir que había varias guitarras y que por medio de ellas podrían hacer algo (tabla 12) por lo que no necesitan modificación, En cuanto a la consola, esta no fue identificada claramente (tabla 13), por lo que se recomienda aplicar el criterio de incitación a la consola para que sea atractiva al usuario.

6. Actividad solicitada al usuario: Los que tienen guitarra pueden empezar a probarla. El que está frente a la consola, puedes probar los botones.

a) Los usuarios con guitarra empezaran a tocarla presionando algunos de los botones de la guitarra, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.

b) El usuario de la consola tocara la pantalla de los botones para probarlos, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.

Tabla 8. Uso de la guitarra, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Los usuarios con guitarra saben los principios básicos de uso de la guitarra.
2	X		Los usuarios con guitarra saben los principios básicos de uso de la guitarra. Pero se distraen y tocan la consola.
3	X		Se les tuvo que repetir varias veces que probaran sus guitarras, se veían más interesados en la consola.
4		X	No sabían qué hacer.
5	X		Los usuarios con guitarra saben los principios básicos de uso de la guitarra.
6		X	A uno de los usuarios con guitarra negra se le tuvo que explicar el funcionamiento de ésta.
7	X		Los usuarios con guitarra saben los principios básicos de uso de la guitarra.

Tabla 9. Uso de la consola, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		El usuario de la consola sabía que tenía que tocar los botones para usarla.
2	X		El usuario de la consola sabía que tenía que tocar los botones para usarla.
3	X		El usuario de la consola se le tiene que indicar como usar la consola.
4		X	No sabía qué hacer.
5		X	Al principio, el usuario de la consola tocaba al área de guitarras hasta que el monitor le indicó como tocar los botones de la consola.
6		X	El usuario de la consola se le tiene que indicar como usar la consola.
7	X		El usuario de la consola sabía que tenía que tocar los botones para usarla.

Observaciones:

La mayoría de los usuarios tomaron la guitarra se la colocaron y de inmediato intentaban presionar los botones de la misma para poder generar algún sonido (tabla 14).

Los usuarios que hicieron el papel de DJ, se quedaban desconcertados, la mayoría de los usuarios aunque presionaban algunos botones o subían los *faders* no identificaban si ellos generaban algún sonido (tabla 15).

7. Actividad solicitada al usuario: Pueden decirnos para que creen, sirven los botones de las guitarras.

Los usuarios con guitarra identificaron que con los botones pueden hacerlas funcionar, tiempo máximo para la tarea 20 segundos

Tabla 10. Uso de los botones de las guitarras, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Si identifican los botones para hacer funcionar la guitarra
2	X		Si identifican los botones para hacer funcionar la guitarra
3	X		Si identifican los botones para hacer funcionar la guitarra
4		X	Tienen la idea de cómo se usan pero aún así necesitaron una explicación.
5		X	Tienen la idea de cómo se usan pero aún así necesitaron una explicación.
6	X		Si identifican los botones para hacer funcionar la guitarra
7	X		Si identifican los botones para hacer funcionar la guitarra

Observaciones:

La mayoría de los usuarios identificaron que los botones de las guitarras son para hacerlas funcionar.

8. Actividad solicitada al usuario: Puedes decirnos para que crees sirven los botones de la consola.

El usuario de la consola identificará que los botones le servirán para poner efectos a algo, tiempo máximo para la tarea 20 segundos.

Tabla 11. Uso de los botones de la consola, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1		X	Sin comentario.
2	X		El usuario contestó que servían para manejar la música cuando tocaba alguno de los botones.
3	X		El usuario contestó que la consola funciona cuando toca alguno de los botones.
4		X	No hizo el intento de tocar y trato de inventar una respuesta.
5		X	Sin comentario.
6	X		Sabe qué son botones, pero no sabe para que le van a servir.
7	X		Sin comentario.

Observaciones:

Los usuarios no percibieron como los botones de la consola afectan al sonido creado por los usuarios con guitarra o a la melodía base. Algunos usuarios distinguieron que los botones estaban clasificados por géneros sin embargo llamaron más la atención los *faders* que los botones de efectos porque podían subirlos a bajarlos y los botones no eran muy llamativos y no se tenía una respuesta visual de que se estuviera haciendo algo con ellos.

Los *faders* fueron identificados como controles para subir y bajar el volumen y no como efectos que modificaban la composición completa. En las sesiones se observó que los usuarios dejaban los *faders* en niveles que distorsionaban demasiado la ejecución de toda la melodía, provocando que se perdiera la sensación estética buscada.

9. Actividad solicitada al usuario: Los que tienen guitarra, pueden elegir una por favor.

Los usuarios con guitarra podrán elegir una guitarra en la pantalla touch por medio de los botones siguiente y anterior, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.

Tabla 12. Elección de guitarra, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Primero tocan la guitarra de la pantalla, al no ver respuesta analizan el resto del área de selección de guitarra y observan los botones de siguiente y anterior para poder hacer la actividad.
2	X		Primero tocan la guitarra de la pantalla, al no ver respuesta analizan el resto del área de selección de guitarra y observan los botones de siguiente y anterior para poder hacer la actividad.
3	X		Los usuarios, sin ninguna instrucción escogieron la guitarra con la que quieren participar en la actividad.
4	X		Uno de los usuarios realizó la actividad, y el segundo usuario al ver cómo lo hacía su compañero lo siguió.
5	X		No supieron cómo elegir alguna guitarra hasta que el monitor les indicó cómo hacerlo.
6	X		Primero tocan la guitarra de la pantalla, al no ver respuesta rápidamente analizan el resto del área de selección de guitarra y observan los botones de siguiente y anterior para poder hacer la actividad.
7	X		Primero tocan la guitarra para elegir una. Al no ver respuesta en la guitarra se dirigen a la pantalla y seleccionan una.

Observaciones:

Algunos de los usuarios no identificaban claramente cómo podían seleccionar su guitarra cuando intentaron elegir una, tocando la que esta como primera opción, al no ver respuesta analizaron el resto del área de selección y percibieron los botones de siguiente y anterior.

En algunos grupos uno de los usuarios hizo la tarea de selección rápidamente y su compañero al ver cómo se usaba, lo siguió. La mayoría de los usuarios identificaron que por medio de los botones de siguiente y anterior podían explorar los tipos de guitarra, se observó que algunos usuarios una vez que elegían la guitarra de su agrado, tocaban la guitarra para indicar que esa era su elección. Algunos usuarios elegían el tipo de guitarra de acuerdo a cual les agradaba gráficamente y no intentaban probar cómo sonaba una vez que ya habían escogido alguna.

Por lo anterior también se propone aplicar el criterio de **significado de códigos** para que los usuarios identifiquen claramente cómo seleccionar su guitarra.

10. Actividad solicitada al usuario: Bien, ahora que todos están listos pueden comenzar a tocar.

a) Los usuarios con consola deben concentrarse en su espacio de trabajo, tiempo máximo para la tarea 2 minutos.

b) Los usuarios con guitarra deben concentrarse en su espacio y reconocer que lo que tocan se representa gráficamente, tiempo máximo para la tarea 2 minutos.

Tabla 13. Concentración de los usuarios en la guitarra, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		
2	X		Un usuario con guitarra le interesa más la consola, se pasó la sesión tocando los botones de la consola y a ratos intentaba tocar su guitarra.
3	X		El usuario de la consola tocaba el área de reproducción de las guitarras.
4	X		
5	X		Los usuarios con guitarras presentaron poca actividad se notaban desconcertados no sabía que estaba haciendo.
6	X		Los usuarios se concentraron en ver lo que aparecía en su carril.
7	X		Los usuarios de las guitarras esperaban a que aparecieran las notas en su área.

Tabla 14. Concentración de los usuarios en la consola, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		El usuario de la consola se nota aburrido.
2	X		El usuario de la consola presiona los botones muy rápido, hasta los que no hacían nada.
3	X		El usuario de la consola tocaba el área de reproducción de las guitarras.
4	X		El usuario de la consola tuvo que recibir ayuda para poder usarla.
5	X		El usuario de la consola tuvo que recibir ayuda para poder usarla.
6	X		El usuario de la consola se entretuvo todo el tiempo con los botones de efectos.
7	X		El usuario de la consola tocaba el área de reproducción de las guitarras y a veces los botones de la consola, él pensaba que el producía las líneas de reproducción de las guitarras.

Observaciones:

La mayoría de los usuarios se dedicaron a realizar la actividad correspondiente durante los dos minutos de duración de la melodía, sin embargo muchos se notan desconcertados no sabían que era lo que estaban haciendo y esperaban alguna instrucción por parte de la pantalla o monitor para presionar los botones de las guitarras.

La mayoría de los usuarios se mantuvieron tocando los botones o *faders* de la consola, sin embargo se observó que algunos no percibía bien cuál era su intervención dentro de la actividad, y esto se debía a que los botones de efectos estaban clasificados por géneros y se parecían mucho a la melodía base. En la evaluación se notó que un botón de efectos que producía un grito fue muy demandado por los usuarios, ya que al escucharlo era muy clara su intervención en la reproducción. Algunos usuarios tocaban las áreas de reproducción de las guitarras y pensaban que ellos hacían las líneas que estaban reproduciendo sus compañeros de la sesión. Los efectos y los *faders* no fueron suficientes para entretener al usuario, se notaban aburridos.

Se recomienda aplicar el criterio de **incitación** para que la aplicación sea más clara para los usuarios.

11. Actividad solicitada al usuario: Nos pueden decir que es lo que sucedió mientras tocaron.

Los usuarios identificaron la reproducción de líneas en las áreas de las guitarras, como resultado de la intervención de los usuarios con guitarra, tiempo máximo para la tarea 50 segundos. Deben identificarse correctamente: las líneas que se reprodujeron en las áreas de reproducción gráfica de las guitarras.

Tabla 15. Identificación visual de intervención de las guitarras, prototipo A

Sesión	Si	No	Observaciones
1	X		Identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras.
2	X		Identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras.
3	X		Identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras.
4		X	Tenían mucha pena al parecer sabían algo.
5	X		Identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras.
6	X		Identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras.
7	X		Identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras.

Observaciones:

Los usuarios identificaron el área de reproducción gráfica de las guitarras por lo que se recomienda que en segundo prototipo está agrupación permanezca.

A continuación se muestra una tabla con los principales problemas encontrados en el prototipo A de “Laboratorio Musical”.

5.6.2 Resultados de pruebas con expertos

1.- Los usuarios pueden visualizar la aplicación desde su lugar

Tabla 16. Resultados a la pregunta 1, prototipo A

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

De acuerdo a los resultados de esta pregunta se puede observar que no hubo problema de **legibilidad** en la interfaz, como lo había en la superficie redonda que usaba un proyector y láseres, por lo que se recomienda seguir usando este tipo de interfaz.

2.- Los usuarios pueden seleccionar cualquier elemento de la pantalla desde el lugar donde se encuentran

Tabla 17. Resultados a la pregunta 2, prototipo A

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1		X			
2			X		
3		X			
4			X		

Observaciones:

Se puede observar en la tabla que los resultados no fueron satisfactorios ya que los usuarios no pudieron seleccionar cualquier elemento de la interfaz por lo que se propone aplicar 2 criterios a la interfaz.

3.- El usuario puede realizar la tarea asignada desde su lugar

Tabla 18. Resultados a la pregunta 3, prototipo A

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

Todos los usuarios podían realizar la tarea que se les asigno con su instrumento.

4.- Los elementos necesarios a utilizar de acuerdo a su instrumento los identifica fácilmente

Tabla 19. Resultados a la pregunta 4, prototipo A

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	X				
2		X			
3	X				
4		X			

Observaciones:

Como se mostró en la pregunta anterior los usuarios podían realizar la tarea asignada desde su lugar sin embargo hubo primero que decirles que elementos de la interfaz les correspondían porque no los pudieron identificar fácilmente como se puede observar en la tabla 5.

5.- El usuario identifica claramente que se generó un error

Tabla 20. Resultados a la pregunta 5, prototipo A

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

Todos los usuarios podían identificar claramente que se generó un error, por lo que no es necesario agregarle ningún mensaje que sea mostrado al usuario en caso de error.

6.- El agrupar los elementos de los instrumentos permite que los usuarios puedan localizarlos fácilmente.

Tabla 21. Resultados a la pregunta 6, prototipo A

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1		X			
2			X		
3		X			
4				X	

Observaciones:

Durante la actividad se pudo observar que la imagen de la consola y de la actividad de las guitarras, no guiaba al usuario como se esperaba, debido a que no distinguía su participación en la interfaz.

5.5 Problemas identificados de manera general

En el cuadro 4 se muestran agrupados los problemas identificados en el diseño de la SI y en las pruebas de usabilidad del prototipo A de la aplicación “Laboratorio musical”.

Problema
Algunos usuarios no pudieron seleccionar cualquier elemento de la interfaz.
Algunos usuarios no distinguían su participación en la interfaz.
Hubo que decirles que elementos de la interfaz les correspondían
Algunos elementos de la interfaz no eran claros.
No pudieron identificar algunos elementos en la interfaz
La re-calibración de láseres cada que se usaba la aplicación.
Brillo excesivo en la pantalla.
Corrimiento de proyección de sus acciones

Cuadro 4. Problemas generales identificados en la SI

Sumario

En este capítulo se presentan los problemas que se encontraron durante el diseño de la SI. Además se describe el caso de uso “Laboratorio musical”, sus objetivos, características, contexto y usuarios.

También se presentaron los resultados de las pruebas con usuarios y expertos, además se presentan las observaciones y una tabla con los problemas encontrados junto con los criterios que pueden ayudar a resolver dichos problemas.

En el siguiente capítulo se presenta la selección de criterios a partir de las características de los espacios colaborativos y de los problemas encontrados a lo largo de este capítulo.

CAPÍTULO 6: SELECCIÓN DE CRITERIOS

“Las interacciones físicas entre otros sistemas y el nuestro deben poseer, por regla general, cierto grado de ordenación física, es decir, que también ellos deben someterse con cierta exactitud a leyes físicas rigurosas.” Erwin Schrödinger

Capítulo 6: Selección de criterios

En este capítulo se hace una selección de los criterios ergonómicos a partir de la nueva situación y las nuevas interfaces disponibles. Para el caso específico de la actividad colaborativa soportada por una superficie interactiva (SI), varios de los problemas encontrados durante el diseño de la SI utilizada en el caso de estudio, así como las características de los espacios colaborativos interactivos propuestas por Gamboa, F. (2015), generan situaciones o contextos que no son previstos por los criterios ergonómicos en su versión actual y que por lo tanto requieren de revisión. En este capítulo desarrollaremos un análisis de las situaciones encontradas y su impacto en los criterios ergonómicos, para entonces proponer su modificación.

6.1 Problemas relacionados con el diseño de la SI

Como se dio cuenta en el capítulo anterior, el diseño del mueble de la SI presentó problemas que impactaban en la usabilidad de la aplicación final. Por ello los retomamos a continuación como parte del análisis.

6.1.1 Descalibración de la proyección

El sistema de proyección debe estar sujeto a la mesa de manera firme, de modo que al moverse ésta no se afecte la calibración con respecto al sistema de sensado; es decir, que al mover la mesa las acciones del usuario se proyecten en la posición donde está colocado su dedo sobre la SI.

Criterio a analizar	Problema	Modificación propuesta
Incitación	El corrimiento en la proyección de las acciones del usuario, genera que éste no tenga un correcto control sobre la posición de sus acciones y no pueda	Agregar la mención a la proyección calibrada. Se propone: Incitación: Se refiere a los medios que ofrece el sistema con el fin de orientar a los usuarios hacia la resolución de

	controlar los elementos gráficos del sistema de manera adecuada.	una tarea. Este criterio también se refiere a todos los medios que ayudan a los usuarios a conocer las alternativas, cuando varias acciones son posibles en función de los contextos, a la correcta calibración entre sus acciones y la retroalimentación proyectada por el sistema , así como a la información que ofrece sobre el estado actual o el contexto del sistema y la relativa a las funciones de ayuda y su accesibilidad.
--	--	---

6.1.2 Descalibración del sistema de sensado

Es importante que el sistema de sensado multitoque sea lo suficientemente robusto para responder a las acciones de los usuarios en las condiciones de luz previstas. De otra manera, las acciones de los usuarios no generan ninguna reacción en el sistema o se generan reacciones espontáneas por la luz en la habitación.

Criterio a analizar	Problema	Modificación propuesta
Acciones explícitas	Las reacciones espontáneas, pueden dificultar la comprensión sobre el funcionamiento del sistema. Uno o varios usuarios pueden sospechar de un fallo del sistema y pueden emprender acciones que puedan ser perjudiciales para los procesos en curso.	<p>Agregar la mención del sistema de sensado. Se propone:</p> <p>Acción explícita del usuario: Se refiere a la relación entre la computadora, el sistema de sensado multitoque y las acciones de los usuarios, es decir, la computadora debe procesar sólo las acciones solicitadas los usuarios que participan en la actividad, y sólo cuando se le solicite hacerlo</p>

6.1.3 Brillo de la pantalla

El sistema debe permitir que los usuarios visualicen con claridad los objetos proyectados en la SI, de manera que puedan distinguir y leer la información presentada.

Criterio a analizar	Problema	Modificación propuesta
Legibilidad	El brillo excesivo en la pantalla, impide distinguir con claridad los objetos proyectados, debido a los diferentes ángulos de visión que tiene cada usuario.	<p>Agregar la mención de reorientación de elementos. Se propone:</p> <p>Legibilidad: Se refiere a las características léxicas y a la reorientación de la información presentada en la pantalla que pueden obstaculizar o facilitar la lectura de esta información (brillo, contraste entre la letra y el fondo, tamaño de fuente, el espaciado entre palabras, espaciado de línea, el espacio entre párrafos , la longitud de línea , etc.). El criterio de legibilidad no se refiere a los mensajes de comentarios o de error.</p> <p>La reorientación de información puede facilitar su lectura desde cualquier ángulo de la SI.</p>

6.1.4 Problema 1 con el prototipo A

Algunos usuarios no pudieron seleccionar cualquier elemento de la interfaz, debido a que no los alcanzaban desde la posición en donde se encontraban al realizar la actividad.

Criterio a analizar	Problema	
Se propone un nuevo criterio llamado operación	Los usuarios no podían alcanzar cualquier elemento presentado en la interfaz, esto puede	Operación: Se refiere a que el usuario debe contar con los medios disponibles que le permitan alcanzar los elementos

	ocasionar que no pueda realizar la actividad o parte de la actividad en la SI.	<i>de uso general en una interfaz colaborativa para manipularos si así lo requiere.</i>
--	--	--

6.1.5 Problema 2 con el prototipo A

Algunos elementos de la interfaz no eran claros, en particular los botones usados en la consola no eran claros.

Criterio a analizar	Problema	Criterio sin modificación
Significado de códigos	En particular los botones de efectos de la consola no eran claros para los usuarios.	Se propone que se aplique el criterio Significado de códigos en el rediseño de la consola y guitarra de manera que se elijan elementos visuales que ayuden al usuario a entender que hace cada elemento.

6.1.6 Problema 3 con el prototipo A

Algunos usuarios no distinguían su participación en la interfaz.

Criterio a analizar	Problema	Criterio
Incitación	Los usuarios que usaban las guitarras no identificaban cuál era su participación.	Se propone usar el criterio de <i>Incitación</i> modificado, para que le sea clara su participación en la SI.

6.1.7 Problema 4 con el prototipo A

Hubo que decirles que elementos de la interfaz les correspondían

Criterio a analizar	Problema	Criterio Modificado
Retroalimentación inmediata	Los usuarios no podían identificar la respuesta del sistema de acuerdo a su instrumento.	Retroalimentación inmediata: Se refiere a las respuestas que da el sistema a las acciones de los usuarios, <i>asegurándose de que cada usuario sepa qué elementos y herramientas son los suyos.</i> Estas acciones pueden ser afinadas entradas simples o transacciones más complejas. En todos los casos las respuestas por parte del sistema, deben ser rápidas, con temporización apropiada y consistente para el tipo de transacción que se esté realizando. En todos los casos, una respuesta rápida desde la computadora debe estar provista de información sobre la transacción solicitada y su resultado.

6.1.8 Problema 5 con el prototipo A

No pudieron identificar algunos elementos en la interfaz

Criterio a analizar	Problema	Criterio sin modificación
Significado de códigos	Los usuarios no lograban identificar qué elementos eran de la consola y que elementos eran de las guitarras.	Se propone que se aplique el criterio Significado de códigos en el rediseño de la consola y guitarra de manera que se elijan elementos visuales que ayuden al usuario a entender que hace cada elemento.

En resumen, después del análisis presentado se propone aplicar los criterios ergonómicos: Significado de códigos, incitación, legibilidad, operación, retroalimentación inmediata y acciones explícitas en un prototipo B de la SI “Laboratorio Musical”.

Sumario

En este capítulo se presentaron los problemas detectados en el prototipo A de la SI “Laboratorio Musical” y de acuerdo al problema, se seleccionó un criterio que podía ayudar a mejorar la usabilidad de la SI.

Para poder decir si mejoro o no la usabilidad del sistema es necesario someter nuevamente a evaluación con usuarios y expertos la SI “Laboratorio Musical” pero ahora en un prototipo que tome en cuenta los criterios seleccionados en este capítulo.

En el siguiente capítulo se presentan los Resultados de pruebas con usuarios y expertos del prototipo B.

CAPITULO 7: RESULTADOS

*“Lo que no se puede definir, no se puede medir, lo que no se puede medir no se puede mejorar, y lo que no se puede mejorar eventualmente se deteriora”
(Axioma de Calidad).*

Capítulo 7: Resultados

En este capítulo se presenta el diseño y resultados de las pruebas con expertos y usuarios que se aplicaron al prototipo B de la SI “Laboratorio Musical”. Al prototipo B se le aplicaron los criterios: **Significado de códigos, incitación, legibilidad, operación, retroalimentación inmediata y acciones explícitas** con la finalidad de probar la validez y pertinencia de los criterios seleccionados.

7.1 Diseño de la prueba

7.1.1 Prueba con usuarios

En las pruebas con usuarios se utilizaron 3 cámaras para tomar varios ángulos durante las pruebas, participaron 2 observadores, un monitor quién es la persona que solicito las tareas al grupo de usuarios, 1 persona que se hacía cargo de los niños una vez terminadas las pruebas y 1 persona que aplicaba el cuestionario de perfil de usuario.

El perfil de los niños era género femenino y masculino, de escuelas privadas de Coyoacán, Ajusco y Xochimilco, con experiencia en uso de computadoras y video juegos.

Es importante mencionar que por lo delicado que es trabajar con los niños se elaboró un documento para contar con el consentimiento informado de los padres de los niños que participarían en la prueba con usuarios y los padres llevaban a los niños al laboratorio de usabilidad y los esperaban hasta que salieran (Anexo 3).

Se utilizó el mismo protocolo de bienvenida y los 3 instrumentos que en el prototipo A: cuestionario de perfil de usuario, cuestionario de tareas, cuestionario de salida.

El **protocolo de bienvenida** se usa para que una persona denominada como “monitor” se presente con ellos, él explica a los usuarios para que se les citó y les describe lo que pasará en la sesión. El protocolo incluye saludar a los participantes, lee las bases, se mueve en el área de la prueba, observa, obtiene datos y cierra la sesión. (ver Anexo 2)

El **cuestionario de perfil** constó de 6 preguntas y se diseñó para verificar que los usuarios que participaran en la prueba eran usuarios tipo, por lo que se incluyeron los siguientes datos: Edad, Grado escolar, Si visita museos, Experiencia en tecnología. (Ver Anexo 2)

El **cuestionario de tareas** estaba formado por 11 preguntas y se diseñó para hacer que todos los usuarios participaran en la actividad colaborativa, por lo que se les solicitaron tareas como: seleccionar un instrumento, iniciar el juego, tocar todos al mismo tiempo, entre otras. (ver Anexo 2)

El **cuestionario de salida** estuvo constituido por 7 preguntas y se diseñó para obtener la opinión del usuario después de haber utilizado la aplicación. Esta información es muy útil para tomar en cuenta las sugerencias del usuario en versiones posteriores de la aplicación. Por ejemplo se preguntó. ¿Qué sintió al usar la aplicación con sus compañeros, si volvería a jugarlo o si tuvo algún problema durante la actividad. (ver Anexo 2)

7.1.2 Pruebas con expertos

Para la prueba con expertos se diseñó un instrumento formado por 6 preguntas. La intención de este instrumento era complementar y verificar las respuestas obtenidas de las pruebas con usuarios. Ellos permanecen alejados de los sus usuarios sin hacer comentarios o preguntas. (Ver Anexo 2)

Participaron 4 expertos uno para cada evaluación de grupo de usuarios, cada experto realizó su prueba de forma independiente en cada sesión. En el siguiente apartado se muestran las interfaces del prototipo B de la SI “Laboratorio Musical”.

7.2 Interfaces del prototipo B de la aplicación “Laboratorio Musical”

La figura 7.1 muestra los elementos con los que el usuario podía interactuar en la SI.



Figura 7.1 Interfaz de pruebas, prototipo B. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

La figura 7.2 es la de inicio de la aplicación, la cual tiene un diseño mucho más vistoso que el del primer prototipo.

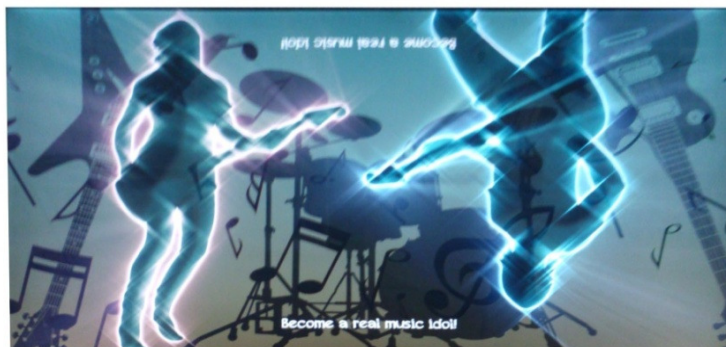


Figura 7.2 Interfaz de bienvenida e inicio de la aplicación. Prototipo B. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

9. En la mesa interactiva se muestran los tres géneros disponibles. Al seleccionar un género se reproduce una secuencia de 4 segundos para ejemplificar cómo sonaría la sesión. En el centro se muestra el tiempo que resta para elegir el género, si no se elige alguno en un tiempo máximo de 20 segundos el sistema elige uno de forma aleatoria. La temperatura de color de la iluminación se activa dependiendo del género musical (Ver figura 7.3 y 7.4).

En esta interfaz se modificaron las imágenes para POP y Fusión ya que no eran claras en el prototipo anterior, la imagen de rock se dejó igual ya que está si fue identificada claramente por los usuarios en el prototipo A.



Figura 7.3 Interfaz de selección de género, prototipo B. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

10. Una vez elegido el género, en la mesa se muestra la consola y las cuatro áreas para elegir el sonido de las guitarras. Tres o cuatro niños toman cada uno, una guitarra y un solo niño usa la consola de DJ. La consola controlará tres efectos (*flanger*, *delay* y *reverberación*) con tres potenciómetros deslizables (*faders*) para consolas, además cuenta con una matriz de 16 sonidos de ornato (*sampler*) (Ver representación esquemática en la figura 7.4).

Esta interfaz también cambio considerablemente, la consola ahora cuenta con botones de diferente tipo y colores, además de otros elementos como son el disco y los potenciómetros deslizables.



Figura 7.4 Interfaz de selección de sonido. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

11. Cuando el tiempo de prueba se termina, se escucha un mensaje que indica que la grabación va a comenzar.
12. El sistema muestra, en el caso de las guitarras, una línea que se mueve de acuerdo a los movimientos que el usuario hace en la guitarra. Los efectos producidos por el DJ afectarán a toda la ejecución.
13. La sesión dura dos minutos, se apagan las luces y la composición se reproduce mientras los usuarios salen con sonidos de ambiente tipo vitoreo y aplausos

7.3 Resultados de pruebas

7.3.1 Resultados de pruebas con usuarios

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos con los niños en edad de 7 a 12 años, con relación a la aplicación “Laboratorio Musical”.

1. **Actividad solicitada al usuario:** Nos pueden decir que ven en esta pantalla.

Los usuarios identificarán de manera correcta cada uno de los elementos que están en la pantalla, tiempo máximo para la tarea 50 segundos.

Deben identificarse correctamente:

- a) Áreas de género rock, pop y música regional.
- b) Botón de iniciar la aplicación.

Tabla 22. Áreas de géneros musicales, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Mencionaron que vieron las formas y los elementos
2	X			Identificaron las divisiones de los estilos de música
3	X			Las niñas identificaron los elementos de la pantalla
4	X			Identificaron las divisiones de los estilos de música

Observaciones:

Las áreas de selección de género de Rock, Pop y Música regional, fueron identificadas por los cuatro grupos de usuarios

Por lo tanto el modificar el estilo gráfico de las áreas de géneros en el segundo prototipo incentivo y ayudo a los usuarios a seleccionar el género solicitado.

Tabla 23. Iniciar sesión, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Los niños identificaron y accionaron el botón fácilmente
2		X		Los niños no identificaron como iniciar el juego
3	X			La niña más grande acciono el botón
4	X			Los niños no identificaron como iniciar el juego

Observaciones:

Cambiar el estilo gráfico del botón por uno más atractivo visualmente, ayudo a que más usuarios lo identificaran a comparación del primer prototipo.

2. **Actividad solicitada al usuario:** ¿Para qué creen que sirven los elementos de la pantalla?

Los usuarios identificarán los elementos como áreas que le permiten interactuar con la aplicación, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.

Tabla 24. Áreas de elección de género musical, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Describieron correctamente los elementos de la interfaz
2	X			Describieron correctamente los elementos de la interfaz
3	X			Los niños describieron correctamente los elementos
4	X			Los niños describieron correctamente los elementos

Observaciones:

Al modificar los elementos gráficos para la selección de género musical permitió que todos los usuarios lo identificaran fácilmente.

3. Actividad solicitada al usuario: Pueden escoger Pop.

Los usuarios pueden escoger el género Pop, tiempo máximo para la tarea 15 segundos.

Tabla 25. Elección del género Pop

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Eligieron correctamente el estilo Pop
2	X			Eligieron correctamente el estilo Pop
3	X			Los niños mencionaron que si
4	X			Los niños mencionaron que si

Observaciones:

Al mejorar el diseño de los elementos de la interfaz los usuarios tocarán la pantalla sin darle la instrucción.

4. Actividad solicitada al usuario: Su grupo va a tocar Rock, pueden escogerlo.

Los usuarios presionaran el género Rock, tiempo máximo para la tarea 15 segundos.

Tabla 26. Elección del género Rock

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Eligieron correctamente el estilo que se solicito
2	X			Eligieron correctamente el estilo que se solicito
3	X			Eligieron correctamente el estilo que se solicito
4	X			Eligieron correctamente el estilo que se solicito

Observaciones:

En ambos prototipos todos los usuarios escogieron el género Rock en menos del tiempo indicado. Se observa que después de haber realizado la primera actividad de selección de género Pop y saber cómo funciona entonces todos quieren elegir el género al mismo tiempo.

5. Actividad solicitada al usuario: Nos pueden decir que ven en esta pantalla.

Los usuarios identifican de manera correcta cada uno de los elementos que están en la pantalla, tiempo máximo para la tarea 50 segundos.

Deben identificarse correctamente:

a) Áreas elección de guitarras

b) Área de consola.

Tabla 27. Áreas elección de guitarras, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Los niños identificaron los elementos de los instrumentos
2	X			Los niños identificaron las guitarras
3	X			Los niños identificaron correctamente los elementos
4	X			Los niños identificaron correctamente los elementos

Tabla 28. Áreas elección de consola, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Identificaron claramente el área de la consola
2	X			Identificaron claramente el área de la consola
3	X			Identificaron claramente el área de la consola
4	X			Identificaron claramente el área de la consola

Observaciones:

El rediseño de la consola del DJ permitió al usuario interactuar con ella, ya que el diseño le parecía atractivo, esto se notó en el rostro de los usuarios al inicio de la actividad.

6. Actividad solicitada al usuario: Los que tienen guitarra pueden empezar a probarla. El que está frente a la consola puedes probar los botones.

- a) Los usuarios con guitarra empezaran a tocarla presionando algunos de los botones de la guitarra, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.
- b) El usuario de la consola tocara la pantalla de los botones para probarlos, tiempo máximo para la tarea 30 segundos.

Tabla 29. Uso de la guitarra y consola, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Los niños pudieron usar los elementos de los instrumentos
2	X			Los niños con guitarra supieron usar los elementos, el de la consola no uso muchos botones
3	X			Una niña no podía tocar la guitarra y después nos dimos cuenta que es zurda y tenía la guitarra al revés
4	X			Los niños usaron lo elementos sin problema, se tuvo que cambiar una guitarra porque no funcionó

Observaciones:

El mandar señales visuales a los usuarios los invitó a manipular los controles de la consola.

Sin embargo después de un rato el usuario que usaba la consola se mostraba aburrido a diferencia de los usuarios que interactuaban con las guitarras.

7. Actividad solicitada al usuario: Pueden decirnos para que creen, sirven los botones de las guitarras.

Los usuarios con guitarra identificaran que con los botones pueden hacerlas funcionar, tiempo máximo para la tarea 20 segundos

Tabla 30. Uso de los botones de las guitarras, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Describen correctamente para que sirven los botones de las guitarras
2	X			Describen correctamente para que sirven los botones de las guitarras
3	X			Identifican los botones sin problema
4	X			Identifican los botones sin problema

El rediseño de los botones de los instrumentos permitió a los usuarios identificar sus botones para manipular el instrumento.

8. Actividad solicitada al usuario: Puedes decirnos para que crees sirven los botones de la consola.

El usuario de la consola identificará que los botones le servirán para poner efectos a algo, tiempo máximo para la tarea 20 segundos.

Tabla 31. Uso de los botones de la consola

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			El niño identifica casi todos los controles de la consola
2		X		El niño no usa los slides, no tiene claro para qué sirve la consola
3	X			La niña más grande usa la consola y oprime todos los botones
4	X			El niño identifica casi todos los controles de la consola

Observaciones:

Se modificó el diseño de los botones de la consola para indicar que al manipularlos solo se afecta a sonidos producidos por ella. El nuevo diseño indica al usuario que está participando en la actividad y se refleja en la melodía.

9. Actividad solicitada al usuario: Los que tienen guitarra, pueden elegir una por favor.

Los usuarios con guitarra podrán elegir una guitarra en la pantalla touch por medio de los botones siguiente y anterior, tiempo máximo para la tarea 30 segundos (tabla 22).

Tabla 32. Elección de guitarra

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Los niños pueden elegir una guitarra
2	X			Los niños pueden elegir una guitarra
3	X			Los niños pueden elegir una guitarra
4	X			Los niños pueden elegir una guitarra

Observaciones:

Al contar cada guitarra con su nombre (bajo, solo y acompañamiento), ayuda a los usuarios a identificar los distintos tipos. Cuando los usuarios elijen una guitarra pueden ejecutar una muestra del sonido de la misma, para evitar se dejen llevar solo por el aspecto gráfico.

10. Actividad solicitada al usuario: Bien, ahora que todos están listos pueden comenzar a tocar.

a) Los usuarios con consola deben concentrarse en su espacio de trabajo, tiempo máximo para la tarea 2 minutos.

b) Los usuarios con guitarra deben concentrarse en su espacio y reconocer que lo que tocan se representa gráficamente, tiempo máximo para la tarea 2 minutos.

Tabla 33. Concentración de los usuarios en la guitarra y consola

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Todos los niños tocaron el instrumento que les toco
2	X			Los niños tocan las guitarras y el niño de la consola solo usa el disco
3	X			Una niña no puede tocar la guitarra, el niño no se muestra muy emocionado en la actividad
4	X			Todos los niños tocaron el instrumento que les toco

Observaciones:

El área de las guitarras indica claramente la intervención del usuario de acuerdo a los botones que opriman en las guitarras. Se incluye un pulso rítmico visual que ayuda a los usuarios a seguir el ritmo. La melodía base permite a todos los usuarios con guitarra intervenir durante todo el tiempo.

La consola de DJ se cambia por una consola que proporciona más variedad de efectos y sonidos. La consola indica al usuario, cuando está interviniendo durante la reproducción de la melodía. La clasificación de los botones de efectos por género se cambia a efectos que sean percibidos de forma más fácil en cualquier género (pop, rock y fusión).

Esto permitió que los usuarios identificaran claramente su participación y saber qué es lo que estaban haciendo durante la actividad.

11. Actividad solicitada al usuario: Nos pueden decir que es lo que sucedió mientras tocaron.

Los usuarios identificaran la reproducción de líneas en las áreas de las guitarras, como resultado de la intervención de los usuarios con guitarra, tiempo máximo para la tarea 50 segundos. Deben identificarse correctamente: las líneas que se reprodujeron en las áreas de reproducción gráfica de las guitarras.

Tabla 34. Identificación visual de intervención de las guitarras, prototipo B

Sesión	Si	No	Ninguna	Observaciones
1	X			Los niños mencionaron que sonaban los instrumentos de todos
2	X			Los niños mencionaron que se sintieron como DJ's
3	X			Dijeron que sonaba música, las niñas se mostraron más interesadas, el niño se mostró poco interesado
4	X			Mencionaron que se emocionaron y divirtieron, un niño sintió nervios

Observaciones:

En este caso todos los usuarios mencionaron que se veían líneas en el área de las guitarras que se movían cuando ellos tocaban y cada uno identificó cuales eran las que les pertenecían de acuerdo a su guitarra.

7.3.2 Resultados de pruebas con expertos

A continuación se presentan los resultados obtenidos del cuestionario para expertos correspondientes al prototipo B.

1.- Los usuarios pueden visualizar la aplicación desde su lugar

Tabla 35. Resultados a la pregunta 1, prototipo B

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

En el prototipo B todos los usuarios podían visualizar la aplicación desde su lugar, con respecto al primer prototipo esto no cambio, se obtuvo el mismo resultado.

2.- Los usuarios pueden seleccionar cualquier elemento de la pantalla desde el lugar donde se encuentran

Tabla 36. Resultados a la pregunta 2, prototipo B

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

En este caso al realizar las modificaciones a la interfaz tomando en cuenta el criterio de operación, los elementos de la interfaz podían ser activados por cualquier usuario que participaba en la actividad, ya que les era posible seleccionar cualquier elemento de la pantalla desde el lugar donde se encontraba cada participante.

3.- El usuario puede realizar la tarea asignada desde su lugar

Tabla 37. Resultados a la pregunta 3, prototipo B

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

Tanto en el prototipo A como en el B todos los usuarios podían realizar la tarea asignada desde su lugar, en ambos prototipos, el tamaño de la mesa permitió que todos los usuarios pudieran realizar la actividad asignada.

4.- Los elementos necesarios a utilizar de acuerdo a su instrumento los identifica fácilmente

Tabla 38. Resultados a la pregunta 4, prototipo B

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

Al aplicar el criterio de significado de códigos en el prototipo B todos los usuarios pudieron identificar los elementos que tenían que usar de acuerdo a su instrumento.

5.- El usuario identifica claramente que se generó un error

Tabla 39. Resultados a la pregunta 5, prototipo B

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2			X		
3				X	
4			X		

Observaciones:

En este caso hubo 2 problemas, 1 que una guitarra no servía, y solo el que tuvo la guitarra dañada lo indicó, el otro problema fue que un usuario no pudo utilizar la guitarra porque era zurdo y eso no se contempló en la aplicación, por lo que se propone que se modifique la aplicación para contemplar diestros y zurdos.

6.- El agrupar los elementos de los instrumentos permite que los usuarios puedan localizarlos fácilmente

Tabla 40. Resultados a la pregunta 6, prototipo B

Sesión	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1					X
2					X
3					X
4					X

Observaciones:

Al aplicar el criterio de incitación en la agrupación de elementos los usuarios pudieron localizar fácilmente los elementos de los instrumentos.

7.4 Descripción de la actividad colaborativa

En la figura 7.5, se observa al monitor o guía quién lee el protocolo al inicio de la actividad.



Figura 7.5 Interfaz de pruebas, prototipo B. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

7.4.1 Actividad colaborativa grupo 1

En este grupo eran niños de entre 8 y 10 años, dos niñas y dos niños

Los niños al inicio de estaban muy serios y solo veían a las, al iniciar la música de la superficie seguían serios, pasaron dos minutos y seguían sin tocar nada, en cuanto se les dijo que podían seleccionar algo una niña tocó la pantalla, oprimieron botones y observaban los colores que cambiaban en las guitarras y el movimiento del disco.



7.6 Foto de del grupo 1 en las pruebas de usabilidad. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

Un niño se colocó frente al ecualizador, el otro niño y las dos niñas tomaron una guitarra, mientras el niño del ecualizador tocaba los botones del ecualizador con las dos manos.

Las guitarras eran pesadas para los niños por lo que les costó trabajo acomodárselas, el niño del ecualizador interactuaba con el disco y con los botones de la consola. El niño parecía disfrutar y divertirse al ver el disco girar.

Mencionaron que con los botones podían hacer ruidos y que los botones de las guitarras eran para seleccionar una, cada niño selecciono una guitarra en un color diferente, una de las niñas usaba lentes.

El niño del ecualizador con lo que más interactuaba era con el disco y subía y bajaba los botones del ecualizador.

Los niños mientras tocaban las guitarras veían como cambiaban unas líneas en la interfaz, eso les indicaba que estaban tocando.

Durante toda la actividad e mostraron serios, no se hablaron durante la actividad.

Tocaban y estaban atentos a lo que la interfaz hacia no hacia sus compañeros.

Una niña era zurda pero no lo mencionó sino hasta el final de la actividad, ella no pudo tocar el instrumento pero ninguno de sus compañeros lo noto y cada quién siguió tocando su instrumento.

Al terminar la actividad salieron y no se dieron cuenta que lo que habían hecho se reproducía, dejaron la pantalla como estaba y salieron. A continuación se presenta el resultado que se observó en el grupo uno.

7.4.2 Actividad colaborativa grupo 2

En esta actividad participaron tres niños de entre 10 y 12 años. Al inicio de la actividad los niños observaban las luces y los elementos de la interfaz, mencionaron que veían los ritmos mostrados en la interfaz.

Identificaron la guitarra y al pedirles que seleccionaran pop, un niño lo hizo de manera inmediata, después el mismo niño selecciono el género solicitado.



7.7 Foto de del grupo 2 en las pruebas de usabilidad. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

Al ser más grandes se colocaron la guitarra más fácil, todos los niños eran diestros y el niño que se colocó frente al ecualizador inmediatamente empezó a tocar los botones con las dos manos

Mencionaron que podían seleccionar un tipo de guitarra y el disco y botones de la consola, seleccionaron la guitarra tocando la interfaz no las guitarras, para saber que guitarra eran la tocaron y vieron que se movía en la pantalla y de esa manera identificaban quienes eran.

Hubo un problema una de las guitarras no generaba ninguna reacción en la interfaz y el niño al no ver ningún movimiento comentó que su guitarra no reaccionaba, se revisó, se detectó que la guitarra no servía y antes de iniciar la actividad se le dio otra guitarra, el niño la probó y de inmediato identificó que sí funcionaba al ver cambios en la interfaz.

El niño del ecualizador tocó los botones, luego se retiró y se ubicó del lado que estaban los de las guitarras.

Una vez que inició la actividad un niño cambió al ritmo que se solicitó y otro niño detuvo el sonido que estaba en ese momento, pero cuando se les solicitaba algo todos se inclinaban hacia adelante para iniciar pero, la acción inicia con el que primero acercaba la mano a la interfaz.

Un niño preguntó cuál soy yo, otro niño le dijo quién era, en este caso los niños de las guitarras se sincronizaron con el ritmo que se escuchaba de fondo y veían su participación en la interfaz.

El niño frente al ecualizador usaba sus dos manos para tocar la consola e intentaba seguir el ritmo de los niños de las guitarras y cada que el escuchaba un sonido daba un click sobre la consola para generar un sonido.

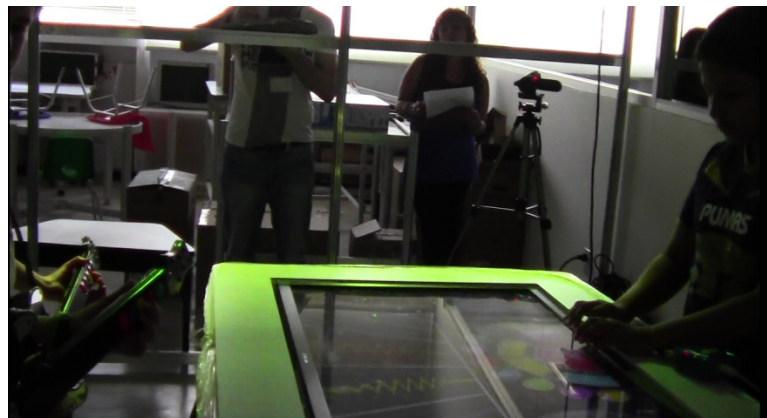
El niño que interactuó con el ecualizador, empezó a oprimir todos los botones de la consola, uno por uno, pero dijo que no sabía para que funcionaban, al probar el disco comentó que los botones generaban sonido y empezó a moverlos más.

Un niño de una guitarra seguía el ritmo de la música con su cuerpo.

Al detenerse la música de fondo se detuvo la interacción de los niños y todos dejaron de tocar, después escucharon lo que ellos generaron y dijeron que les gusto.

7.4.3 Actividad colaborativa grupo 3

En este grupo participaron un niño y dos niñas, en esta actividad se colocaron las dos niñas junto a las guitarras y el niño frente a la consola. Los niños de este grupo tenían entre 7 y 9 años.



7.8 Foto de del grupo 3 en las pruebas de usabilidad. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

Al inicio de la actividad y escuchar los sonidos y ver las luces las niñas voltearon a verse y se sonrieron como una muestra de agrado. El niño fue el primero en describir los elementos de la interfaz.

Una de las niñas seleccionó un género musical, en cuanto se escuchó, los 3 niños sonrieron y una de las niñas cambio el ritmo tocando la interfaz.

El niño mencionó que los botones servían para tocar la consola, las niñas se colocaron las guitarras.

Las niñas probaron las guitarras y vieron en la interfaz que sucedía, mientras el niño seguía jugando con los botones de la consola, Una de las niñas cambio la guitarra tocando la pantalla.

Una de las niñas dijo que no sabía cómo cambiar de guitarra pero toco una flecha en la pantalla y cambio la guitarra y se dio cuenta cómo podía cambiarla, la otra niña de inmediato se dio cuenta cómo cambia la guitarra.

El niño jugaba con el disco ya que al parecer le llamaba la atención de que se moviera y que hacia ruido, las niñas volteaban a verse para tocar las guitarras.

Una de las guitarras falló y se le cambió a la niña la guitarra pero mientras esto sucedía el niño y la otra niña seguían tocando sus instrumentos sin detenerse.

Al principio el niño tocaba por su lado y cada niña también poco a poco intentaron que sus sonidos se integraran pero después nuevamente el niño toco los botones por su lado, sin tomar en cuenta lo que escuchaban las niñas.

Los niños al final veían la pantalla mientras escuchaban la composición que generaron y no tocaron la interfaz, estaban atentos escuchando lo que hicieron.

7.4.4 actividad colaborativa grupo 4

En este grupo participaron dos niñas y un niño, en esta actividad se colocaron las dos niñas frente a las guitarras y el niño frente a la consola. Los niños de este grupo tenían entre 6 y 8 años.



7.9 Foto de del grupo 4 en las pruebas de usabilidad. Foto tomada por la autora de la presente tesis, 2013.

Al inicio de la actividad las niñas se sonrieron entre sí, las niñas eran hermanas una era 2 años más grande que la otra. El niño estaba serio esperando instrucciones.

El niño describió los botones de la interfaz y una de las niñas, la más grande describió los botones de las guitarras. La niña mayor durante la actividad se la paso regañando a la niña menor por lo que la niña más chica casi no participó y se cohibió.

El niño por su lado no les hacía mucho caso y tocaba los botones y el disco de la consola para generar ruido, se mostró atraído por las luces y el sonido durante la actividad. Las niñas probaron las guitarras y la niña mayor se la pasó corrigiendo a la chica, se notaba que la pequeña solo pensaba en que ya terminará a la actividad.

Para las niñas las guitarras eran pesadas y había que ayudarlas para al quitarse o ponerse la guitarra. En esta actividad no fallaron las guitarras pero la actitud de la hermana mayor con respecto a la menor, generó que la actividad no fuera muy agradable para los usuarios participantes.

Cuando terminó la actividad escucharon lo que generaron y la grande siguió regañando a la chica que porque su instrumento no se escuchaba, el niño estaba callado y ponía atención a la interfaz de la superficie.

Todos agradecieron y salieron.

En el siguiente apartado se muestra el análisis de las respuestas dadas por los expertos y por los usuarios de las pruebas mostrando el análisis de cada una de las pantallas evaluadas, para cada una se indica la actividad que se pidió a los usuarios realizarán, la hipótesis sobre el comportamiento esperado de los mismos, las observaciones obtenidas luego de la ejecución de la prueba y las acciones propuestas para mejorar el interactivo. También se indican los datos estadísticos relacionados con la realización de cada tarea.

7.5 Resultados obtenidos en las pruebas con usuarios del prototipo B.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron con usuarios y expertos, los problemas del prototipo A fueron resueltos.

Al no utilizar láseres se eliminó el problema de la re calibración de láseres y del corrimiento de proyección de las acciones del usuario. En la aplicación “Laboratorio Musical” se usó una pantalla de 42” como SI, por lo que ya no hubo problema de brillo ya que este tipo de superficie permite ajustar el brillo de la pantalla a la luz del contexto de uso. En el cuadro 5 se comenta que pasó en el prototipo B con respecto a los problemas que se tenían en el prototipo A.

Problema del prototipo A	Comentarios
Algunos usuarios no pudieron seleccionar cualquier elemento de la interfaz.	En el prototipo B todos los usuarios podían alcanzar los elementos presentados en la interfaz, por lo que se puede decir que el problema fue resuelto.
Algunos usuarios no distinguían su participación en la interfaz.	Todos los usuarios pudieron distinguir su participación en la interfaz, ya sea con guitarra o consola.
Hubo que decirles que elementos de la interfaz les correspondían	No hubo necesidad de decirles que tenían que tocar la pantalla para iniciar la actividad. Además pudieron identificar que guitarra les correspondía.
Algunos elementos de la interfaz no eran claros.	Todos los elementos de la interfaz fueron identificados claramente por los usuarios.
No pudieron identificar algunos elementos en la interfaz	Los usuarios identificaron dentro de la SI el área de la consola y las guitarras fácilmente.

Cuadro 5. Resultado de problemas del prototipo A después de aplicar los criterios seleccionados en el capítulo 6

Nuevos problemas

Sin embargo aparecieron 2 nuevos problemas durante las pruebas al prototipo B: el primer problema fue que durante la actividad dos guitarras fallaron y el segundo problema fue que una usuaria no pudo participar de la actividad por ser zurda.

El primer problema se resolvió cambiando la guitarra al usuario, en cuanto al segundo problema se propone contemplar a los usuarios zurdos en una siguiente versión de la SI “Laboratorio Musical”.

Sumario

En este capítulo se mostraron los resultados obtenidos tanto de los expertos y de los usuarios en el prototipo B de la SI “Laboratorio Musical”. Lo que permite observar de manera general que los resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad de usuarios y expertos del prototipo B, fueron más satisfactorios con respecto a los resultados obtenidos en el prototipo A.

El siguiente capítulo plantea las conclusiones a las que se llegó después del análisis de los resultados de las pruebas realizadas a la superficie interactiva “Laboratorio Musical”; además se señala los trabajos a futuro.

CAPITULO 8: CONCLUSIONES

“El objeto de toda discusión no debe ser el triunfo, sino el progreso”

Joseph Joubert (1754-1824)

Capítulo 8. Conclusiones y discusión

El objetivo general de la presente investigación consiste en:

“Analizar la validez, pertinencia y vigencia de los criterios existentes para la evaluación de sistemas interactivos, en el contexto de los sistemas multiusuario instrumentados a través de superficies interactivas, para eventualmente proponer y justificar extensiones o modificaciones a los mismos”.

Dicho objetivo se cumple al contar al término de esta investigación con:

a.) **Un análisis y selección de criterios de interacción propuestos por Scapin y Bastien desarrollados en 1997**

Los objetivos específicos son:

- Detectar aquellos aspectos propios al trabajo colaborativo efectuado en interfaces multiusuario que, como resultado de su carácter disruptivo, requieran de nuevos criterios o de adaptar los existentes, de modo que permitan evaluar de manera eficiente la usabilidad en este tipo de sistemas.
- Analizar los diferentes criterios, normas y lineamientos existentes, para determinar los más adecuados al caso de los sistemas multiusuario de apoyo al trabajo colaborativo a través de superficies interactivas.

Estos razonamientos sirvieron de base para proponer los criterios de visualización para interfaces de superficies interactivas en ambientes colaborativos.

Se seleccionaron 3 criterios de Scapin y Bastien definidos en 1997, se modificaron 3 y se propuso un nuevo criterio. Estos criterios se tomaron en cuenta en el diseño de interfaz para ambientes colaborativos, los criterios seleccionados son:

- Incitación
- Legibilidad
- Retroalimentación inmediata

El criterio nuevo propuesto es el de “*operación*”

Estos criterios se usaron para probar si se eliminaban los errores reportados en las pruebas de usuarios y expertos del prototipo A. Los problemas que se encontraron fueron:

- Algunos usuarios no pudieron seleccionar cualquier elemento de la interfaz.
- Algunos usuarios no distinguían su participación en la interfaz.
- Hubo que decirles que elementos de la interfaz les correspondían
- Algunos elementos de la interfaz no eran claros.
- No pudieron identificar algunos elementos en la interfaz
- La re-calibración de láseres cada que se usaba la aplicación.
- Brillo excesivo en la pantalla.
- Corrimiento de proyección de sus acciones

a.) Una revisión del concepto Usabilidad

1. Aspectos teóricos de Usabilidad (Apartado 2.1,2.1.1,2.3)
2. Aspectos teóricos de Diseño Centrado en el Usuario (Apartados 2.2, 2.2.1, 2.2.1.1, 2.2.2, 2.2.3)
3. La evaluación de la Usabilidad (Apartado 2.4,2.4.1,2.4.2)
4. Criterios para evaluación de interfaces (Apartado 2.5, 2.5.1)

b.) Una revisión del concepto “Trabajo colaborativo”

1. Aspectos teóricos de trabajo colaborativo (Apartado 3.1)
2. Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo (Apartado 3.2)

3. Diferencias entre trabajo colaborativo y trabajo en grupo (Apartado 3.3)
4. Trabajo cooperativo apoyado por computadoras y computación social (Apartados 3.4)
5. Espacios colaborativos interactivos (Apartados 3.5, 3.5.1, 3.5.2)

c.) **La descripción de Superficies interactivas**

1. Definición de Superficies Interactivas y componentes (página 58 , Capítulo 4, (Apartados 4.1, 4.2)
2. Tecnologías utilizadas en las superficies interactivas (Apartados 4.3, 4.3.1)
3. Protocolo TUIO (4.4, 4.4.1)

d.) **Caso de estudio SI “Laboratorio Musical”**

1. Descripción del caso de estudio (Apartado 5.1, 5.2)
2. Problemas ligados al diseño de la superficie interactiva (Apartado 5.3)
3. Actividades en la SI “Laboratorio Musical” (Apartado 5.4)
4. Diseño de la prueba (Apartado 5.5, 5.5.1, 5.5.2)
5. Resultados de pruebas (Apartado 5.6)

e.) **Selección de criterios**

1. Problemas relacionados con el diseño de la SI (Apartados 6.1, 6.1.1 al 6.1.8)

f.) **Resultados**

1. Diseño de la prueba (Apartados 7.1, 7.1.1, 7.1.2)
2. Interfaces del prototipo B de la aplicación “Laboratorio Musical” (Apartado 7.2)
3. Resultados de pruebas (Apartados 7.3, 7.3.1, 7.3.2)
4. Descripción de la actividad colaborativa (Apartados 7.4, 7.4.1 al 7.4.4)
5. Resultados obtenidos en las pruebas con usuarios del prototipo B (Apartado 7.5)

Se puede confirmar que en términos generales, al realizar las pruebas con expertos y usuarios al prototipo B, se establecen ventajas al usar los criterios propuestos en esta investigación (capítulo 7, apartado 7.5) a diferencia de no tomarlos en cuenta.

Como se ha mencionado en la propuesta de diseño, ha sido importante considerar que las limitaciones que este proyecto plantea para ser aplicado en otros espacios, están en función del propio espacio a utilizar, pero lo que corresponde a los criterios propuestos, estos se plantan para cualquier superficie interactiva que se use en un ambiente colaborativo. Esta investigación tiene como base las hipótesis de las que parte son:

Hipótesis

“Los criterios ergonómicos actuales, propuestos para evaluar la interacción de una persona con un sistema informático, son insuficientes para evaluar la interacción de un grupo de personas con una computadora, como es el caso de los sistemas multiusuario basados en superficies interactivas”.

Hipótesis específicas:

- El análisis de grupos de usuarios en situación de trabajo permitirá detectar las nuevas tareas o actividades que no son contempladas, o suficientemente consideradas, en los lineamientos y criterios actuales.
- Algunos aspectos básicos de las interfaces de usuario (como el de la jerarquía y organización visual de la interfaz) o contar con un control del sistema distribuido entre todos los participantes, implica modos de funcionamiento radicalmente diferentes en las interfaces multiusuario, por lo que será necesario generar nuevos criterios que faciliten la evaluación y diseño de superficies interactivas bajo un ambiente colaborativo

Aprovechando entonces el enlace entre las superficies interactivas y el trabajo colaborativo aunado a la importancia de su usabilidad, se estableció la propuesta de modificación a 3 criterios ergonómicos de interacción propuestos por Scapin y Bastien (1997), para la elaboración de interfaces de superficies interactivas usadas en ambientes colaborativos.

Se recomienda probar el criterio nuevo y los criterios modificados en esta investigación en otras superficies para seguir evaluando su usabilidad en las variables como a continuación se menciona:

Es importante indicar que el diseño de una interfaz de superficie interactiva en ambiente colaborativo, además de tomar en cuenta los criterios propuestos producto de esta investigación deberá realizarse un Diseño centrado en el usuario, es decir, tomar siempre en cuenta al usuario, su tarea y el contexto de uso específico, también debe considerarse que el diseño de una interfaz es un trabajo que debe ser realizado de manera multidisciplinaria, por personas comprometidas que dediquen sus esfuerzos para la consecución de este fin.

De esta manera el trabajo multidisciplinario, permitirá seguir aportando herramientas que permitan construir interfaces cada vez más acordes con las necesidades de los usuarios finales.

8.1 Recomendaciones

El trabajo de investigación que ha dado origen a esta tesis permitió observar lo siguiente:

- Existen limitantes en el resultado que se obtiene del trabajo en grupo, ya que depende de lo que cada individuo sabe y de lo que trabajan durante el tiempo que dura la actividad colaborativa.
- Es necesario seguir haciendo pruebas en otras superficies interactivas para seguir probando los criterios y detectar otros elementos que ayuden los usuarios en el desarrollo de sus actividades.
- En las pruebas con usuarios realizadas se pudo observar que este tipo de tecnología permite la discusión, comunicación e interacción entre un grupo de usuarios que realizan una tarea en común.

Este tipo de actividades ayuda a que lugares como las escuelas, empresas, museos, por mencionar algunos, fomenten las relaciones sociales en los seres humanos, situación que es necesaria en la actualidad debido a la individualidad que pueden generar tecnologías como los dispositivos móviles.

Es importante mencionar que el uso de estas superficies interactivas queda limitado, debido al costo de las mismas, lo cual hace que solo las universidades, museos, escuelas o empresas las puedan adquirir. Se propone realizar más aplicaciones para superficies interactivas y acercarlas a la sociedad para disminuir la brecha digital.

Esta más que demostrado que la mejor forma de interacción es concretar lo aprendido y reforzar el conocimiento sobre estas acciones. Así, la educación dirigida en los medios digitales para obtener la cualificación formal y que permite trabajar profesionalmente en el ámbito de ambientes colaborativos, ha de ser garantizada como una formación de calidad, eficiencia y eficacia.

8.2 Trabajos futuros

Actualmente la accesibilidad tiene un papel fundamental en el diseño de interfaces, porque permite acercar la tecnología a diferentes tipos de usuarios.

Se sugiere desarrollar superficies interactivas con las siguientes características:

- Para usuarios con problemas de lenguaje
- Para usuarios con problemas de aprendizaje
- Para usuarios con síndrome de Down

Por otro lado, se sugiere la implementación de aplicaciones para dispositivos móviles que apoyen las actividades a distancia de manera colaborativa para los tipos de usuario mencionados anteriormente.

FUENTES DE CONSULTA

Fuentes de consulta

- ADSLZONE (2015). ¿Cuáles son las principales virtudes y defectos que presenta el iPad Pro? Recuperado de <http://www.adslzone.net/2015/11/15/cuales-son-las-principales-virtudes-y-defectos-que-presenta-el-ipad-pro/>
- Alonso, J. (2002). *Metodología*. México. Limusa Noriega Editores
- Authors, N. G. Multitouch Technologies. 2009
- Baena, G. (s/f). *Como elaborar una tesis en 30 días*. México. IPN.
- Bach, C. & Scapin, D.L. (2003). *Recommandations ergonomiques pour l'inspection d'environnements virtuels*. Rapport de contrat COMEDIA, INRIA Rocquencourt, janvier 2003.
- BACH, C. (2004). Elaboration et validation de Critères Ergonomiques pour les Interactions HommeEnvironnements Virtuels. Thèse, Université de Metz. Francia
- Bastien, J. M. C. & Scapin, (1993), D. L. Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. (Technical report N° 156). INRIA Rocquencourt, France, 1993.
- Belén, A.; Cueva, J. (2001). Estándares y guías. Universidad de Oviedo
- Benavides, C. (2014). Trabajo individual vs trabajo colaborativo. [diapositiva pdf]. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/CJBM1994/trabajo-individual-vs-trabajo-colaborativo>
- Benchmark Group (2016). Viajes y Turismo: Proporcionar Inspiración para la Exploración. Recuperado de <http://www.benchmarkemail.com/es/industry/travel>
- Bennet, J. (1979). *The comercial impact of usability in interactivesystems*. Man- Computer Communication, Infotech Satate-of-theArt, Vol.2. Maidenhead: Infotech International.
- Bickford, P. (1997). *Interface Design*. San Diego. AP Professional
- Bodart, F., Vanderdoct, J. (1993). Guide ergonomique de la presentation des applications hautement interactives, Presses Universitaires de Namur.
- Bryman, A; Burgess, R. (1994). "Analyzing Qualitative Data". USA. Routledge.

Bustos, E. (2008). La imagen digital en movimiento como sustento lúdico para la asimilación de fonemas labiales, estudio de caso: Niños con deficiencias en la articulación (APAC). Tesis de Maestría, México, D.F. UAM Unidad Azcapotzalco

Cano Martínez, M.I.; Á.I. Lledó Becerra (1990) Espacio, comunicación y aprendizaje. Sevilla: Diada Editora.

Cañada, J. (2005). Entrevista por Marcos, M. y Gibernau, C. Usabilidad en sistemas de información: los expertos responden. Marzo-abril. Barcelona

Card, S.K., Moran T.P. y Newell, A. (1983). The Psychology of Human-Computer Interaction. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Castro, P. (2005). La Usabilidad como medio de obtención de calidad en los Sitios Web Informativos. Tesis de Maestría, México. UAM Unidad Azcapotzalco

Cataldi, Z. y Cabero, J. (2006). La evolución de los aprendizajes en los grupos de trabajo colaborativo usando tecnología informática. Comunicación y Pedagogía, 209, 19-27.

Cesga, (2010). Entornos de trabajo colaborativo. Recuperado de https://www.cesga.es/es/soporte_usuarios/usr-elearning-colaboracion/usr-elearning-material-Groupware

Coleman, David D. (1993). *Groupware 93: Proceedings of the Second Conference*. D.D. Coleman. Morgan-Kaufman Publishers. San Francisco. CA. USA.

Coleman, D. (1997), *Groupware - the changing environment*, in D. Coleman (ed.), *Groupware: Collaborative Strategies for Corporate LANs and Intranets*, Prentice Hall, 1

Coleman, D; Khanna, R. (1995). *GROUPWARE Technology and Applications*. USA. Prentice Hall

Cooper, A. (1995). *About face. The essentials of user interface design*. New York, NY. John Wiley & Sons.

Cooper, A., Reimann, R., Cronin. D. (2007). *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*. Wiley. Indianapolis.

Dillenbourg, P. (1999). *What do you mean by collaborative learning?* In P

- Dillenbourg (Ed.), Collaborative learning: Cognitive and computational approaches (pp. 1-19). Amsterdam: Pergamon
- Dix, A. J., Russell, B., and Wood, A., "Architectures to make Simple Visualisations using Simple Systems," Advanced Visual Interfaces, AVI2000, ACM Press, Italy, 2000, pp. 51-60
- Donald, A. et al, (1989) *Introducción a la Investigación Pedagógica*. México, Editorial McGraw-Hill, 2ª Edición.
- Ellis, C. Gibbs, S., Rein, G. (1991). Groupware -Some Issues and Experiences. Communications of the ACM, 34(1), 38-58.
- Ellis, C., (1991). Groupware: Some Issues and Experiences, Communications of the ACM. Vol. 34, pp. 39-58, January 1991.
- Engadget (2016). MultiTaction Cell MT550W7, el panel interactivo de 55 pulgadas para Windows 7 de Multitouch. Recuperado de <http://es.engadget.com/2012/01/10/multitaction-cell-mt550w7-el-panel-interactivo-de-55-pulgadas-p/>
- Faulkner, C. (1998). *The essence of human-computer interaction*. Prentice Hall.
- Flores, C. (2007). *Diseño y Usuario: Aplicaciones de La ergonomía*. México. Designio
- Florian, E. B., Solarte, O., Reyes, J. M. (2010). *Propuesta para incorporar evaluación y pruebas de usabilidad dentro del proceso de desarrollo de software*. Revista EIA, 125. Escuela de Ingeniería de Antioquía, Medellín, Colombia.
- Fong, W. (2011). El origen de la pantalla táctil. Recuperado de <https://www.fayerwayer.com/2011/11/el-origen-de-la-pantalla-tactil/>
- Gamboa, F. (2001). Ergonomía en multimedia. Recuperado de <http://depa.fquim.unam.mx/madems/Ergonomia%20en%20Multimedia.pdf>
- García, F. (2007). *La investigación tecnológica: investigar, idear e innovar en ingenierías y ciencias sociales*. México. Limusa.
- Gamboa, F. (2010). Tecnologías emergentes en la educación superior iberoamericana. Informe Horizon Iberoamérica 2010. [diapositiva de powerpoint]. Recuperado de slideshare:<http://es.slideshare.net/eLearnCenter/el-aula-del-futuro-fernando-gamboa>
- Gamboa-Rodríguez, F. (2015) Diseño de espacios colaborativos interactivos para el aprendizaje, en "La educación a distancia en México: Una nueva realidad universitaria",

Judith Zubieta y Claudio Rama (Eds.), Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM.

García, F. (2014). *Estudio diagnóstico de usabilidad, sin usuarios, del Espacio digital para el aprendizaje autónomo METASPACE*. CCADET-UNAM.

GESTIK (2014). Proyecciones interactivas. Recuperado de http://www.gestik.cl/html/informatica_retail/q-hcms/proyeccion-interactiva.html

Grabs, S. (2009). Hybrid Interaction on Interactive surface. [diapositiva pdf]. Recuperado de https://www.medien.ifi.lmu.de/lehre/ss09/hs/presentations/06_stefan_grabs.pdf

Igual, F. (2016). 15 plataformas para el trabajo colaborativo. Recuperado de <http://www.estrategicamente.es/2011/03/15-plataformas-para-el-trabajo-colaborativo/>

Gros, B. (2000). El ordenador invisible. Barcelona: Gedisa

QUITERT, M. y GIMÉNEZ, F. (2000): El trabajo cooperativo en entornos virtuales de aprendizaje, en DUART, J.M. y SANGRÀ, A. (eds.), Aprender en la virtualidad. Barcelona, Gedisa, 113-134.

Hernández, R. et al, (2006). *Metodología de la Investigación*. México. McGraw Hill Cuarta Edición.

Hípola, P.; Vargas, B. (1999). "*Descripción y evaluación de agentes multibuscadores*". *El profesional de la información* (vol. 8, núm. 11, noviembre, págs. 15-26)

Huberman, A.; Miles, M. (2002). "*The Qualitative Researcher's Companion*". USA. Editorial Sage Publications Inc.

Human Factors International (2000). "*User Centered Solutions*". The Third Wave of the Information Age. Fairfield, IA: Human Factors International.

Intel (2016). SDK Intel RealSense. Tomado el 25 de febrero de 2016 de URL: <https://software.intel.com/es-es/intel-realsense-sdk/download>

ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability. Recuperado de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=16883

ISO 9126-1 (2001). Software engineering -- Product quality -- Part 1: Quality model. Recuperado de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=22749

Lambert, R. (2012-2013). La revolución táctil Los fabricantes de pantallas táctiles, decididos a hacer realidad la ciencia ficción. Dassault Systemes. Recuperado de <http://compassmag.3ds.com/es/1/Investigacion/LA-REVOLUCION-TACTIL>

Lorés, J., Granollers, T. y Lana, S. (2002). "Introducción a la interacción persona-ordenador". En J. Lorés (ed.) La interacción persona-ordenador. Lérida, 2001-2002, 20-40. Recuperado de <http://griho.udl.es/ipo/libroe.html>

Lucero, M. (2005). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. Recuperado de <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/528Lucero.pdf>

Maddix, F. (1990). *Human-computer interaction: Theory and practice*. Simon & Schuster.

Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. Laurus revista de educación, 13(23), 271-274.

Maldonado, M. (2007). Aprendizaje Basado en Proyectos en la Educación Técnica. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Educación Técnica, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Barquisimeto, Venezuela

Marcos, M. y Gibernau, C., (2005). Usabilidad en sistemas de información: los expertos responden". En: *El profesional de la información*; 14 (2), pp150-155.

Martínez, S. (2002). Desarrollo de un sistema multimedia enfocado a la difusión de información. Tesis de Maestría, México. UAM Unidad Azcapotzalco

Mendoza, M. (2001). *Metodología para el desarrollo de software educativo multimedia*. Tesis. UNAM. pp. 82-93, 97, 175-183.

Mercovich, E. (2002). Ponencia sobre diseño de Interfaces y Usabilidad: Cómo hacer productos más útiles, eficientes y seductores. Recuperado de <http://www.gaiasur.com.ar/infoteca/dcu-2002/dcu-2002.swf>

Mercovich, E. (2002). Ponencia sobre diseño de Interfaces y Usabilidad: Cómo hacer productos más útiles, eficientes y seductores. Recuperado de <http://www.gaiasur.com.ar/infoteca/siggraph99/disenio-de-interfaces-y-usabilidad.html>

Microsoft (2007). Microsoft Surface, la PC del futuro. Recuperado de <http://www.taringa.net/posts/info/1703996/Microsoft-Surface-la-PC-del-futuro.html>

Microsoft (2011). Microsoft Surface, and Why It Didn't Change Everything. Recuperado de <http://www.technologizer.com/2011/11/22/microsoft-surface-and-why-it-didnt-change-everything/>

Montgomery, C. (1991). *Design and Analysis of Experiments (3rd ed.)* New York. John Wiley.

Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad. MPLu+a.
Recuperado de <http://griho.udl.es/mpiu/mpiu/index.htm>

Neonode(2015). NEONODE AIRBAR SENSOR – TRANSFORMING PCS INTO TOUCH INTERACTIVE DEVICES. Press release. Tomado el 25 de febrero de 2016 de URL: <<http://www.neonode.com/neonode-airbar-sensor-transforming-pcs-into-touch-interactive-devices/>>

Nielsen, J. (1995). *Usabilidad. Diseño de sitios Web*. Madrid. Prentice Hall.
Nielsen, J. (1999). *Designing web usability: the practice of simplicity*. Indianapolis: New Riders Publishing.

Nielsen, J.; Morkes, J., (1998). Applying Writing Guidelines to Web Pages. Recuperado de <http://www.useit.com/papers/webwriting/rewriting.html>

Nielsen, J. (1999). *Designing web usability: the practice of simplicity*. Indianapolis: New Riders Publishing.

Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to Usability. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society*, 9 (2), 178-197.

Norman, D. (1998). *The invisible computer*. Cambridge, MA., MIT Press. Ponencia sobre diseño de Interfaces y Usabilidad: Cómo hacer productos más útiles, eficientes y seductores. Recuperado de <http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/disenio-de-interfaces-y-usabilidad.html>

Osorio, G.; Mariño, O.; Galvis, A. (1998). Ambientes interactivos para colaboración sincrónica dentro del contexto ludomática. *RIE Revista Informática Educativa*. 11 (1), 31-49.

Palou, N (2010). Pantalla «táctil». Recuperado de <http://www.microsiervos.com/archivo/ordenadores/el-ordenador-tactil-hp-1983.html>

Panitz, T. y Panitz, P. (1998). Encouraging the use of collaborative learning in Higher Education. NY: Garland Publishing

Paz, M.B. (2000): Espacios de trabajo compartido (workspace): metodología y posibles aplicaciones telemáticas. Recuperdo de WWW.

<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/posters/193/index.htm>

Pérez de M., I, Bustamante, S y Maldonado, M (2007). Aprendizaje en Equipo y Coaching en Educación. Una Experiencia Innovadora. Publicación en extenso en Memoria de VII Reunión Nacional de Currículo y I Congreso Internacional de Calidad e Innovación en Educación Superior. Universidad Simon Bolivar.Venezuela

Peter y Trudy Jhonson-Lenz, (1978). Groupware: Coining and Defining It. Recuperado de

<http://nexus.awakentech.com:8080/at/awaken1.nsf/UNIDs/1AAC0F50A95547878825667E0001A3C2?OpenDocument>

Pick, S., López, A. (2000). *Cómo investigar en ciencias sociales*. México

Rajaram, T. (2013). Fort the partial fulfillment of the requirement for the degree of master of computer applications. [Diapositiva de power point]. Recuperado de

<http://es.slideshare.net/tejalcsurface-computer-ppt>

Reyes, N.; Sánchez, A. (2003) Library and Center for Research in Information and Automation Technologies.

Samsung (2016). DM82E-BR. Recuperado de

<http://www.samsung.com/mx/business/business-products/smart-signage/interactive-whiteboard/LH82DMERTBC/GO>

Sánchez, O. (2011). Superficies Interactivas como Apoyo al Trabajo Colaborativo en el Aula de Primaria. Reporte de Servicio, CCADET, UNAM.

Sajeev, C. (2010). Surface computing. Recuperado de

<http://dspace.cusat.ac.in/jspui/bitstream/123456789/2226/1/SURFACE%20COMPUTING.pdf>

Scapin, D.; Bastien, J. (1997). *Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems*. Behaviour & Information Technology, 16, 220–231.

Scolari, C. (2008). La macdonalización de las interfaces (1). Las reglas áureas de la página web: 80/20. Recuperado de <http://www.faberludens.com.br/pt-br/node/78>

Shackel, B. (1991). *Usability- context, framework, definition, design and evaluation*. In *Human Factors for Informatics Usability*. Cambridge, U.K Cambridge University Press.

Shneiderman, B. (2006). *Diseño de Interfaces de Usuario: Estrategias para una interacción Persona-Computadora Efectiva*, 4ta.edición. España. Pearson Addison-Wesley

Sindhu, B. y Sneha, N. (2010). Surface computing. Recuperado de <http://www.yuvaengineers.com/surface-computing-b-sindhu-n-sneha/>

Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. México. Limusa Noriega Editores

TICbeat (2012). La mesa táctil de Microsoft y Samsung: SUR40. Recuperado de <http://www.ticbeat.com/tecnologias/mesa-tactil-microsoft-samsung-sur40/>

Tidwell, J. (2006). *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design [ILLUSTRATED]*. USA. O'Reilly

Tramullas, J. (2002). *Propuestas de análisis de usabilidad para sedes web*. En: Workshop Contenidos y Aspectos Legales en la Sociedad de la Información. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, (soporte CD-ROM)

Krug, S. (2006). *Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability, 2nd Edition*. USA. New Riders

Nuigroup, (2013).Nuigroup. Recuperado de <http://nuigroup.com/go/>

Multi-touch systems that I have known and loved. Recuperado de <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>

Anexo 1. Especificaciones y/o restricciones del caso de estudio

A continuación se presentan los aspectos técnicos utilizados en la implementación de la superficie interactiva “Laboratorio Musical”.

1. Sistema de audio cuadrafónico más subwoofer
 - 4 monitores Rokit
 - 1 subwoofer Rokit
 - 4 soportes para bocinas
2. Aislamiento sonoro
3. Control de temperatura
 - 9 ventiladores de 115VAC
 - 9 rejillas protectora de ventilador NMB TECHNOLOGIES
 - 9 cables para ventilador MULTICOMP
4. Refuerzos (arneses) de conexiones USB
5. La pantalla multitouch
 - Estructura fija en posición horizontal
 - Pantalla 40" LCD
 - Marco touch de 6 puntos
6. Sistema de iluminación dinámico controlado por computadora
 - Sistema de iluminación RGB DMX
 - Controlador USB a DMX
7. Computadora para manejo del sistema (configuración mínima):
 - 4 GB de RAM
 - Tarjeta de Video (ATI HD 6850 o superior)
 - Procesador i7 a 3.4GHz
 - 4 puertos USB

- Puerto Firewire
- Tarjeta de audio Saffire Pro (FocusRite)
- No Break APC, Back-UPS RS, 1300VA

8. Dispositivos de interacción tipo guitarra

- 4 Guitarras XBOX

Software

- a) Sistema operativo Windows de 64 bits
- b) JAVA (Processing) o C++ (openFrameworks)
- c) Pure Data Extended
- d) Biblioteca TUIOJava
- e) Biblioteca OSCP5
- f) Biblioteca Procontrol
- g) Biblioteca MRPEACH
- h) Biblioteca OSCX
- i) Biblioteca flashserver
- j) Driver MIDIYOKE

Processing (Java)

Processing es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo basado en Java. Es de código abierto y está enfocado en la enseñanza y desarrollo de proyectos multimedia. Puede correr en Mac, Windows y Linux. El principal motivo por el cual se eligió este entorno de desarrollo fue a las prestaciones que ofrece en el manejo de gráficos y a la facilidad al momento de depurar el código.

Anexo 2. Instrumentos utilizados en las pruebas con usuarios y expertos

A continuación se muestran los instrumentos utilizados en las pruebas con expertos (1 instrumento) y usuarios (3 instrumentos):

Grupo:

1.- Los usuarios pueden visualizar la aplicación desde su lugar

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	---------------------------------	------------	-----------------------

2.- Los usuarios pueden seleccionar cualquier elemento de la pantalla desde el lugar donde se encuentran

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	---------------------------------	------------	-----------------------

3.- El usuario puede realizar la tarea asignada desde su lugar

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	---------------------------------	------------	-----------------------

4.- Los elementos que tiene que usar de acuerdo a su instrumento los identifica fácilmente

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	---------------------------------	------------	-----------------------

5.- El usuario identifica claramente que se generó un error

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	---------------------------------	------------	-----------------------

6.- El agrupar los elementos de los instrumentos permite que los usuarios puedan localizarlos fácilmente

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni des acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	---------------------------------	------------	-----------------------

GRACIAS

Instrumento 1. Cuestionario para expertos

Grupo: _____ Usuario: _____
 Edad: _____ Grado escolar: _____

- 1.- ¿Escuela pública o privada?
- 2.- ¿Visitas museos?
- 3.- ¿Cuál fue el último museo que visitaste?
- 4.- Tacha los dispositivos que utilizas en la siguiente lista:
Computadora Laptop Celular Tableta o Ipad
- Otro: _____
- 5.- ¿Juegas videojuegos?, ¿Cuáles?
- 6.- ¿Cuánto tiempo juegas a la semana?

GRACIAS

Instrumento2. Cuestionario de perfil de usuario

Grupo:

Protocolo de bienvenida

Aplicación “Laboratorio Musical”

Buenos días, mi nombre es [-----] y estaré con ustedes en esta sesión.

Permítanme explicarles porqué están aquí.

Estamos probando el prototipo de una aplicación para un museo llamada “Laboratorio musical”

Es importante enfatizar que el que será evaluado es el prototipo y no ustedes, por ello les pedimos que actúen con naturalidad.

Se les pedirá que realicen algunas tareas, la sesión consiste en que ustedes describan en voz alta sus acciones así como cualquier opinión que tenga ya que esto será de mucha ayuda para nosotros.

Una vez comenzada la sesión siéntanse en total libertad de hacer cualquier pregunta.

¿Tienen alguna duda?

Tareas de usuario

Ir tachando las actividades realizadas con el fin de no perderse durante la prueba. NO se realizará ninguna actividad si antes no ha concluido la anterior (a menos que se le instruya lo contrario).

Pantalla de selección de género

Sin tocar la pantalla

- 1.- Nos puede decir que ven en esta pantalla
- 2.- Para que creen que sirven los elementos de la pantalla

Ya pueden tocar la pantalla

- ### 3.- Puede escoger Pop

4.- Su grupo va a tocar ____, pueden escogerlo

5.- Puede iniciar el juego, por favor iníciénlo

Pantalla elección de instrumento

6.- Nos pueden decir que ven en esta pantalla

7.- Los que estén enfrente de las guitarras, tomen 1 y pruébenla. El que está enfrente a la consola, puedes probar los botones por favor.

Sin tocar la pantalla

8.- Pueden decirnos para que creen que sirven los botones guitarras en la pantalla.

9.- Puedes decirnos para que crees sirven los botones de la consola

10.- Los que tienen guitarra, pueden elegir una por favor.

11.- Bien, ahora que todos están listos pueden comenzar a tocar.

Es todo muchas GRACIAS

Instrumento 3. Protocolo y Cuestionario de tareas

Grupo:

Usuario:

Edad:

Grado escolar:

Las siguientes preguntas se refieren a la aplicación que acabas de usar "A qué suena la vida"

1.- ¿Volverías a jugarlo?

2.- ¿Se te hizo difícil jugar?

3.- ¿Se te hizo divertido el Laboratorio Musical?

4.- ¿Los dibujos son bonitos o feos?

5.- ¿Te gusto la música?

6.- ¿Qué sentiste al usarla con tus compañeros?

7.- ¿Tuviste algún problema al usarla en equipo? ¿Cuál?

GRACIAS

Instrumento 4. Cuestionario de salida

Anexo 3. Consentimiento informado

A continuación se presenta el permiso escrito que se les presento a los padres para que firmaran la autorización de que sus hijos.



México, D.F., a 01 de abril de 2013

A quien corresponda:

Por medio de la presente me permito solicitar el apoyo de su hijo(a) para realizar pruebas de usuario a una aplicación "Laboratorio Musical" desarrollada en el Centro de ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico *CCADET* perteneciente a la UNAM, la prueba consiste en que de 4 a 5 niños estén jugando al mismo tiempo en la aplicación apretando botones y tocando guitarras para generar una composición musical, las pruebas duran aproximadamente 30 minutos, estas pruebas las hago con la intención de probar criterios de diseño de interfaz en una superficie táctil de manera colaborativa ya que es parte de mi tesis doctoral. Las pruebas se llevarán a cabo en el *CCADET* el 4 y 5 de abril del 2013, en un horario matutino pero la hora exacta está por confirmar.

Agradeceré mucho el apoyo que me puedan dar sus hijos, es importante mencionar que los padres pueden ir a la prueba con sus hijos para que estén más tranquilos y pueden estar observándolos. Si autorizan la participación del niño(a) les pido por favor me llenen los datos que se encuentran abajo del presente documento.

GRACIAS

Nombre del niño(a):

Edad :

Grado escolar:

Nombre y firma del responsable del niño:

Atentamente

M. en D. Selene Marisol Martínez Ramírez

Especialista en Hipermedios

Profesor de Asignatura, Facultad de Ciencias UNAM

Glosario

Delay: efecto de sonido que consiste en la multiplicación y retraso modulado de una señal sonora

Flanger: efecto de sonido que produce un sonido metalizado oscilante, sobre todo en frecuencias medias y altas

Reverberación: es un fenómeno sonoro producido por la reflexión que consiste en una ligera permanencia del sonido una vez que la fuente original ha dejado de emitirlo.

Sampler: es un instrumento musical electrónico similar en algunos aspectos a un sintetizador pero que, en lugar de generar sonidos, utiliza grabaciones (o samples) de sonidos que son cargadas o grabadas en él por el usuario para ser reproducidas mediante un teclado, un secuenciador u otro dispositivo para interpretar o componer música.

CURRICULUM VITAE

E-mail: lunadeabril@gmail.com

Educación:

Licenciatura en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional Autónoma de México, posteriormente ingrese a la Especialidad en Diseño, en el Área de Hipermedios en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, después a la Maestría en Diseño, en el Área de Nuevas Tecnologías en la misma Universidad. Actualmente estudio el Doctorado en Diseño, en el Área de Nuevas Tecnologías en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

Publicaciones:

He publicado artículos en el Congresos nacionales e internacionales y recientemente me invitaron al INITE para la elaboración y validación de reactivos a nivel medio superior. En este momento formo parte de la cartera de arbitraje de la Revista ECORFAN de Bolivia, España y Ecuador. También soy árbitro en el Comité Editorial de la Revista “Tecnología y Diseño” de la UAM.

Experiencia docente:

Actualmente soy profesora en la Facultad de Ciencias en la UNAM, profesora a Distancia de UTEL universidad respaldada por Pearson, profesor de la Especialidad en Diseño Multimedia en el Centro Universitario San ángel.

He impartido clases a nivel Maestría en el IIMAS de la UNAM y en la Universidad Tecnológica de México.

Experiencia profesional:

Webmaster, Capacitador y Gestor de proyectos en la Dirección General de Administración Escolar (DGAE-SDP) en la misma Universidad Nacional Autónoma de México. (Septiembre 2010 a Febrero 2016)